Physikalische Briefe

von

Dr. Schleiß v. Löwenfeld,
Leibarzt Seiner Majestät des Königs von Bayern.

München.
Christian Kaiser.
1858.

Inhalt.

Die Kraft der Anziehung und die Abstoßungskraft.

Wenn man einen Magnetstab in seiner Längenmitte an einem biegsamen Faden aufhängt, so steht, wie bekannt, das eine Ende des Stabes nach Nord, das andere nach Süd. Man nennt jenes den Nordpol, dieses den Südpol des Magnets. Nähert man nun das Nordpolende eines zweiten in der Hand fixirten Magnetstabes dem nach Nord stehenden Ende des aufgehängten Magnetstabes, so entfernt sich letzteres vermöge seiner Beweglichkeit von dem in der Hand festgehaltenen zweiten Magnetstab. Kehrt man den zweiten Magnetstab um, und nähert man dem nach Norden stehenden Ende des aufgehängten Magnetstabes das andere, das Südpolende des in der Hand festgehaltenen zweiten Magnetstabes, so bewegt sich das Nordpolende des hängenden Magnetstabes zu dem Südpolende des festgehaltenen Magnetstabes. Man sagt: „die gleichnamigen Pole stoßen sich ab, die ungleichnamigen ziehen sich an.“ Dieses Experiment bringt uns die Wirkung einer unsichtbaren abstoßenden und anziehenden Kraft zur Schau. Die Anziehungs- und Abstoßungskraft spielt nun in der neuern Atomistik die bedeutendste Rolle. Die Bewegung der kleinsten nicht mehr zertheilbaren Theile der Körper — Atome genannt — wird, so nimmt man an, durch Anziehung und Abstoßung vermittelt. Mit der Kraft der Anziehung und Abstoßung denkt man sich die Atome ausgerüstet. Indem sich zwei Atome anziehen, nähern sie sich einander, — indem sie sich abstoßen, entfernen sie sich von einander. Durch die Entfernung der Atome von einander werden, so nimmt man an, die Abstände zwischen ihnen größer, und ein Körper, dessen Atome sich von einander entfernen, vergrößert sein Volumen. So denkt man sich z. B. die Volumsvergrößerung oder Ausdehnung eines Körpers durch Wärme hervorgebracht. Der Wärme wirkt bekanntlich die Zusammenhangs- oder Cohäsionskraft der Körper entgegen, welche darin ihren Grund hat, daß die Atome sich gegenseitig anziehen, die Abstände zwischen den Atomen kleiner werden. Diese Lehre von der Vergrößerung

und Verkleinerung des Abstandsraumes zwischen je zwei Atomen beruht auf der Annahme, daß die Materie etwas absolut Starres, Unveränderliches sei. Die Unveränderlichkeit der Materie — die Ewigkeit des Stoffes — ist aber ganz und gar das Grundprincip des Materialismus, und Manche, welche „à bas le matérialisme“ rufen, sind noch von dieser Hypothese befangen. Das Princip der Unveränderlichkeit der Materie fängt aber an, wankend zu werden, nachdem Schönbein experimentell dargethan, daß das von ihm entdeckte Ozon nichts anderes als ein veränderter, modificirter, erregter Sauerstoff sei. Ist schon längst der Glaube an die Einfachheit der sogenannten chemischen Elemente lau geworden, so wird sich von nun an die Vermuthung einschleichen, daß ein Element aus dem andern hervorgegangen sein mag mittels Veränderung eines Ur-Elementes. Verfrüht ist freilich die Vermuthung, daß der Sauerstoff dieses Ur-Element sein könnte, — ein Stoff, der der verbreitetste auf unserm Planeten ist und dessen Existenz in der Sonne, an deren Oberfläche der größte Verbrennungsheerd, anzunehmen uns der Muth nicht fehlt. Bis zur Zeit ist die Zahl der einfachen Stoffe oder Elemente immer größer geworden, — es kann wohl eine Zeit kommen, wo ihre Zahl auf eine geringere reducirt werden müsse. Wenn es von dem einen Elemente, dem Oxygen, nun erwiesen ist, daß es eine Veränderung erleide, ohne deshalb aufzuhören Sauerstoff zu sein, so läßt sich die Möglichkeit einer Veränderung auch anderer einfachen Stoffe wohl vermuthungsweise annehmen. Damit ist aber die Lehre von der absoluten Starrheit und Unveränderlichkeit der Materie auf das Haupt geschlagen. Fällt aber die Hypothese von der Unveränderlichkeit der Materie, so hält auch die auf dieser gebaute Annahme von der durch Anziehung oder Abstoßung der Atome zu bewirkenden Abstandsverkleinerung oder -Vergrößerung nicht mehr Stich. An die Stelle aber des ebenfalls hypothetisch gedachten, die leeren Zwischenräume zwischen den von einander sich entfernenden Atomen ausfüllenden Weltäthers kann man ganz einfach eine Volumsvergrößerung der materiellen Atome selbst treten lassen. Und in einer Volumsvergrößerung und Volumsverkleinerung der materiellen Atome läßt sich der Grund, das Vermögen, die Kraft der Abstoßung und der Anziehung der Atome leicht finden.*) Denn nach dem Gesetze

---

*) S. „Anfangsgründe der Physik“, p. 2—5.

der Undurchdringlichkeit der Körper, nämlich: „daß der Raum, welcher von dem einen Körper eingenommen wird, nicht zu gleicher Zeit von einem andern Körper eingenommen werden kann", — muß ein Atom, dessen Nachbaratom an Volumen größer wird, von seiner Stelle weichen, — und ein Atom, dessen Nachbaratom an Volumen kleiner wird, in den von diesem leergemachten Raum einrücken; denn ein absolut leerer Raum ist nicht denkbar. Ein Atom wird also von einem andern Atom, dessen Volumen sich vergrößert, das sich also ausdehnt, abgestoßen, und ein Atom wird von einem andern Atom, dessen Volumen sich verkleinert, das sich also zusammenzieht, angezogen. Die Anziehungskraft der Atome beruht also auf ihrer Volumsverkleinerung oder ihrer Zusammenziehung, und die Abstoßungskraft auf der Volumsvergrößerung oder Ausdehnung der Atome. Hierdurch ist aber die Kraft der Anziehung und Abstoßung nur als eine secundäre bezeichnet und ihr Grund auf eine andere, mehr primäre, die Kraft der Zusammenziehung und Ausdehnung gelegt. Wir haben also nicht mehr nöthig, den Atomen eine Anziehungs- und Abstoßungskraft anzudichten, und die Atome in anziehende — materielle und abstoßende — ätherische einzutheilen, sondern nur einfach anzunehmen, daß sich die Atome materieller Massen zusammenziehen und ausdehnen können, ihr Volumen zu verkleinern oder zu vergrößern vermögen, so wie wir dies an den Körpermassen als Ganze betrachtet zu beobachten täglich Gelegenheit haben. Was ist die Ursache der Wirkung des Schießpulvers anders als die plötzliche Ausdehnung der chemischen Bestandtheile desselben? Jeder Stoß, den wir mit unsern Bewegungsorganen ausüben, ist mit einer Ausdehnung, — jeder Zug, den wir machen, mit einer Zusammenziehung derselben verbunden. Auf Stoß und Zug lassen sich alle Bewegungen der Massen, — auf Abstoßung und Anziehung alle Bewegungen der kleinsten Theile der Körper, — jeder Stoß und Zug, jede Abstoßung und Anziehung aber wieder auf Ausdehnung und Zusammenziehung zurückführen. Auf Ausdehnung oder Zusammenziehung beruht das Gefühl der Wärme oder Kälte. Der Zusammenziehung und Ausdehnung haben die Sonnen und Erden ihre Entstehung zu verdanken. Kein Krystall entsteht ohne vorhergegangene Auflösung des Minerales im Wasser und ohne darauffolgende Zusammenziehung der kleinsten Theile desselben; — ja die Verschiedenheit und Mannigfaltigkeit der Krystallformen scheint ihren Grund nur in der mehr oder weniger gleichmäßigen

oder ungleichmäßigen concentrischen Zusammenziehung der kleinsten Krystalltheilchen zu haben. Kein organisches Wesen entsteht und besteht ohne diese beiden Urkräfte. Auf der Anziehungs- und somit Zusammenziehungskraft beruht die Anziehung der irdischen Körper zu dem Erdmittelpunkt — die Schwere; — auf der Zusammenziehung der einzelnen Atome die Cohäsion der mineralischen Massen. Durch gegenseitige Anziehung und Abstoßung, und somit beiderseitige Zusammenziehung und Ausdehnung der Monde, Erden und Sonnen wird die Bewegung der Monde um die Erden, der Erden um die Sonnen bewirkt. Jede Lichtempfindung ist das Gefühl eines Stosses sich ausdehnender Atome. Auf Ausdehnung und Zusammenziehung der Atome beruht endlich, wir wollen es später erklären, die geheime Kraft der Electricität und des Magnetismus.

München im November 1856.

Wärme und Kälte.

Wenn wir ein gewöhnliches Thermometer über eine Flamme halten, so steigt das Quecksilber in der verschlossenen Glasröhre, — und wenn wir es in schmelzendes Eis stecken, so fällt das Quecksilber. Dieses steigt, weil es sein Volumen vergrößert, sich ausdehnt und daher einen größern Raum in der Röhre einnehmen muß; und es fällt in dieser, weil es sein Volumen verkleinert, sich zusammenzieht, also einen kleinern Raum einzunehmen hat. Wenn das Quecksilber sprechen könnte, so würde es während seiner Ausdehnung sagen: es habe warm, — und während seiner Zusammenziehung: es habe kalt. Haben wir in unserer Haut warm, so ist diese turgescirend, ausgedehnt, — und haben wir kalt, so ist sie zusammengezogen, eine sogenannte Gänsehaut. Warm sein oder warm haben ist gleichbedeutend mit „ausgedehnt sein", — und kalt haben ist gleichbedeutend mit „zusammengezogen sein". Sowie aber, wenn von zwei Atomen, welche wir uns auf einen bestimmten Raum beschränkt denken, das eine sich ausdehnt, das andere, weil nicht mehr Raum vorhanden ist, sich zusammenziehen muß; ebenso bewirkt ein Körper, dessen Atome sich ausdehnen, also warm werden, daß die Atome eines nahe befindlichen Körpers, wenn diese nicht

von ihrer Stelle weichen, sich zusammenziehen und also erkalten. Wenn wir z. B. auf unsere Haut eine Aetherflüssigkeit oder kölnisches Wasser träufeln, so fühlen wir auf ihr kalt. Durch die Verflüchtigung, Vergasung, also Atomenausdehnung des Aethers werden die Atome unserer Haut auf einen kleinern Raum eingeschränkt und genöthigt, sich zusammenzuziehen, d. h. zu erkalten. Durch Verdampfung der Oberfläche einer Wassermenge wird der nicht verdampfte aber an den verdampften angrenzende Theil des Wassers kälter, ja sogar zum Gefrieren gebracht, wie dieß in Experimenten gezeigt werden kann, und wie wir diese Erscheinung an den Wasserpfützen am Anfange und zu Ende des Winters beobachten können, wenn Winde herrschen, welche die Abdampfung befördern. Die meisten Erfrierungen von schlecht genährten Wanderern ereignen sich in diesen Jahreszeiten und in Gegenden, wo heftige Winde herrschen, obwohl die Kälte der Atmosphäre bei weitem nicht so intensiv als in Mitte des Winters ist.

Jede Erwärmung eines Körpers geschieht durch die Erkaltung eines andern Körpers, oder: die Erwärmung des einen Körpers hat die Erkaltung des andern zur Folge, das heißt soviel als: jede Atomenausdehnung des einen Körpers hat eine Atomenzusammenziehung eines andern Körpers zur Folge; — und im Gegentheile hat die Atomenzusammenziehung des einen Körpers die Ausdehnung der Atome eines andern Körpers zur Folge. Die Zusammenziehung der Atome von Brennstoffen bei ihrer Verbrennung ist auch die Ursache der Erwärmung oder Ausdehnung z. B. des Wassers, welches in einem Gefäße auf eine Flamme gesetzt wird. Die Verbrennung besteht bekanntlich in der Vereinigung des in dem Brennmateriale enthaltenen Wasserstoffes mit dem Sauerstoffe der atmosphärischen Luft zu Wasser; — und die Menge des in der Flamme ausgedehnten Wasserstoffes und Sauerstoffgases der Luft nimmt einen viel größeren Raum ein, als die Menge des aus ihrer Verbindung hervorgegangenen Wassers. Durch den größern Antheil leeren Raumes, der durch diese Verbindung geschaffen wird, gewinnen nun die Atome des auf die Flamme gesetzten Gefäßes und des in diesem enthaltenen Wassers einen größern Raum, und sind in die Möglichkeit versetzt, ja sind genöthigt, sich mehr auszudehnen, also warm zu werden, so daß bei längere Zeit fortgesetztem und erneuertem Verbindungsproceß von Wasserstoff und Sauerstoff und also fortgesetzter Raumfreigebung das Wasser im Gefäße kocht und ver-

dunstet. Wenn wir uns in ein warmes Bad setzen, so werden wir nur aus dem Grunde warm, weil das aus dem Bereiche der Flamme entfernte Wasser zu erkalten oder sich zusammenzuziehen anfängt, unsere Hautatome also ein Mehr von Raum gewinnen, in dem sie sich ausdehnen können. Wenn man in einer langsam bewirkten und allmählich abgekühlten Schmelzung von Glaubersalz ein Thermometer stehen läßt, und man das bisher ruhig gestandene Gefäß, in welchem das geschmolzene Salz sich befindet, etwas erschüttert oder in dasselbe ein Stückchen krystallisirten Salzes fallen läßt, so geht die Krystallbildung in der geschmolzenen Salzmasse aufs neue vor sich und rasch von Statten, und das Thermometer steigt um 18 bis 20 Grade. Die Zusammenziehung der Atome des sich krystallisirenden Glaubersalzes erzeugt nämlich leere Räume, in welchen sich die Atome des Quecksilbers des Thermometers ausdehnen können. Ein merkwürdiges Beispiel aber für den Beweis, daß die Ausdehnung der Körper Kälte erzeugt und die Zusammenziehung eines Körpers die Bedingniß zur Erwärmung eines andern Körpers sei, gibt folgendes bekannte Experiment ab: Wird in einen im Glühen, also in der Ausdehnung seiner Atome begriffenen Metalltiegel eine kleine Menge Wassers geschleudert, jedoch so, daß das hineintröpfelnde Wasser nicht in das Bereich der Atmosphäre nahe der Flamme unter dem Tiegel geräth, so kocht das Wasser in dem glühenden Tiegel nicht, sondern bildet darin eine Kugelform, zieht sich zusammen, wird kälter. Sobald aber die Flamme, welche den Metalltiegel zum Glühen erhitzte, entfernt wird, das Metall also aufhören muß, sich fortwährend auszudehnen, und anfängt, sich abzukühlen, d. i. sich zusammenzuziehen, so kocht und verdunstet sogleich die Wasserkugel im Tiegel. Bestünde das Wesen der Wärme in einem Wärmestoff, wie man bis jetzt angenommen, so wäre kein Grund vorhanden, warum nicht der größere Reichthum von Wärmestoff mit dem der Metalltiegel in einem höhern Glühgrade ausgerüstet ist, im Stande wäre, den Wassertropfen zu erwärmen und in Verdunstung zu versetzen, während er dieß bei einem niedern Grade von Glühhitze nach Entfernung von der Flamme zu ermöglichen vermag. Ein fernerer Beweis, daß das Wesen der Wärme nicht in einem Wärmestoff liege, sondern jene nur eine Bewegung des Stoffes überhaupt sei, gibt der Umstand ab, daß die Wärme als mechanische Kraft, als Stoß oder Druck benutzt wird, wie solches bei allen Dampfmaschinen der Fall ist. Das Feuer bewirkt

nämlich eine Ausdehnungsbewegung, die Verdampfung des Wassers, — das sich ausdehnende Wasser, der Wasserdampf übt ebenso einen Stoß oder Druck aus, wie der menschliche Arm durch seine Bewegung oder ein schwerer Körper durch sein Gewicht. So hat man durch Berechnung gefunden, daß Ein Pfund Wasser durch die Erwärmung von 0° zu 1 Grad dieselbe mechanische Kraft ausübt, als wie ein Gewicht von 1367 Pfund, das Einen Fuß hoch herabfällt. Mit dieser Zahl ist das mechanische Aequivalent der Wärme ausgedrückt. Treffend bezeichnet das Wesen der Wärme B. v. Baumgartner in seinem Vortrag in der k. k. Akademie in der Sitzung vom 30. Mai d. J. über das mechanische Aequivalent der Wärme, indem er sich ausdrückt: „Der Unterschied zwischen Arbeit und Wärme ist kein anderer, als zwischen Bewegung einer Masse und Bewegung von Moleculen (Atomen), und die Umsetzung der Arbeit in Wärme besteht bloß in einer Mittheilung der Bewegung nach den Gesetzen der Mechanik, wobei Umwandlungen der Massenbewegungen in Molecularbewegung und umgekehrt eintreten.“ Sowie einerseits durch Feuer erwärmtes (atomenausgedehntes) Wasser eine mechanische Stoß- oder Druckkraft auf (bewegliche) Massen ausübt, so verursacht auch der gegenseitige Druck oder Stoß zweier Körpermassen eine Erwärmung oder Ausdehnung ihrer Atome. Durch schnelles Drehen eines hölzernen Kegels in einer von Wasser umgebenen passenden Metallhülse kann Wasserdampf hervorgebracht, — durch bloßes Reiben zweier Eisstücke in einem luftleeren Raume können diese zum Schmelzen gebracht, durch Reibung beim Fahren eiserne Radschuhe heiß, durch bloßes Hämmern Metalle glühend, und durch Aneinanderreiben zweier Holzstücke eine Entzündung dieser hervorgebracht werden. Durch den in diesen Beispielen wiederholt ausgeübten Druck oder Stoß zweier Körper aneinander werden die Atome des gedrückten Körpers gezwungen, auf einen kleinern Raum sich zu beschränken, also sich zusammenzuziehen. Im Momente des Aufhörens des Druckes oder Stoßes, im Momente der Freiheit von dem Druck oder Stoß werden die Atome ihren nun wieder freigegebenen, früher eingenommenen Raum einzunehmen, ja sie werden sich, dem Grade der erlittenen Zusammenziehung entsprechend, mehr auszudehnen, mehr Raum einzunehmen streben, als sie vor der Reibung eingenommen haben. Es läßt sich sogar annehmen, daß der sich zuerst ausdehnende Theil der Atome den durch Unterbrechung des Stoßes oder Druckes freigewordenen Raum der noch

nicht ausgedehnten vorher gedrückten Atome einnimmt. Ein Theil also jedenfalls der gedrückten Atome wird, sich ausdehnend, warm. Andererseits bewirkt ein beständig fortgesetzter (also nicht unterbrochener) Druck eine Zusammenziehung der Körperatome, also eine Erkältung, — wovon wir ein Beispiel an der Condensirung, Verflüssigung und Erstarrung der gasförmigen Kohlensäure durch mechanische Zusammendrückung haben. Im Gegentheil befördert eine Minderung des Druckes auf einen Körper dieses letzteren Ausdehnung. Unter der Luftpumpe verflüchtigen Flüssigkeiten schnell, und es ist allgemein bekannt, daß das Wasser auf hohen Bergen, wo der Luftdruck ein geringerer ist, schneller zum Sieden gebracht werden kann, als in tiefer gelegenen Gegenden, z. B. am Ufer des Meeres, wo die Atmosphäre einen größern Druck ausübt.

Verläßt man die Hypothese eines Wärmestoffes und sucht man das Wesen der Wärme in der Ausdehnung der Körperatome an und für sich, so erscheint uns das Verborgensein, die Latenz der Wärme nicht mehr als Räthsel. Denn wir glauben keinen Irrthum zu begehen, wenn wir vermuthen, daß der Hauptunterschied der Stoffe und der aus ihnen zusammengesetzten Körper in der verschiedenen Zusammenziehungs- und Ausdehnungsfähigkeit ihrer Atome bestehe. Dieses angenommen, beschränkt sich der Begriff der specifischen Wärme auf das specifische Atomen-Zusammenziehungs- und Ausdehnungsvermögen der Körper. Nach der Größe dieses Vermögens können die Atome der Körper sich ausdehnen, diese, wie man zu sagen pflegt, Wärme absorbiren, — oder die Atome der Körper sich zusammenziehen, diese die verborgene, latente Wärme frei geben. Mit dem specifischen Atomen-Zusammenziehungs- und Ausdehnungsvermögen der Körper ist auch die Erfahrung übereinstimmend, daß der Schmelzpunkt der verschiedenen Metalle und anderer Körper verschieden, aber bei einem und demselben Körper immer derselbe ist.

Es möge hier das Angeführte genügen, die Ansicht zu begründen, daß Wärme nicht in dem Ausfluß eines Wärmestoffes bestehe, sondern unter Wärme die Molecular- oder Atomenausdehnung der Körper zu verstehen sei; — daß eine Wärmequelle nicht ein mit Wärmestoff beladener Körper sei, sondern daß das Zusammenziehen der Atome eines Körpers die Ursache der Atomenausdehnung, Erwärmung eines andern jenem nahe gelegenen Körpers abgebe. Wenn wir im Sommer uns warm fühlen, so liegt der Grund davon darin, weil die Atome der uns umgebenden Luftmenge durch den

Stoß der Sonnenstrahlen eine Zusammenziehung erleiden und hiedurch mehr oder weniger freie Räume schaffen, in welchen die Atome unsers Körpers mehr oder weniger sich ausdehnen können. Im Winter und an den Polen ist die Luft den Sonnenstrahlen kürzere Zeit und in weit schwächerem Grade ausgesetzt, die Luftatome behalten eine größere Ausdehnung und drängen die Atome unseres Leibes in engern Raum, so daß diese sich zusammenziehen, und wir kalt fühlen. In dieselben im Sommer leerwerdenden Luftatomenzwischenräume können die in der Erdrinde befindlichen Wasseratome dringen, und durch die Ausdehnung dieser wird der Spiegel unseres Brunnenwassers im Sommer kälter. So ist auf der Welt kein erwärmt werdender Körper ohne einen eben erkaltenden denkbar, Wärme nie ohne Kälte möglich; — die Ausdehnung des Einen Körpers verursacht die Zusammenziehung eines andern, und die Zusammenziehung des einen Körpers ist die Ursache der Ausdehnung eines andern. Nur des menschlichen Geistes Wollen ist frei von diesem gegenseitigen Zwang.

München im Dezember 1856.

Wirkung und Nutzen der Bäder.

Daß die Wirkung der Bäder je nach dem Grade ihrer Temperatur und nach ihren chemischen Bestandtheilen verschieden sei, ist als richtig von vorneherein anzunehmen und bestimmte Erfahrung. Daß kalte Bäder dem Körper des Badenden Wärme entziehen, und warme Bäder den Leib erwärmen, ist eine nicht zu bezweifelnde Thatsache. Welchen Antheil an der Wirkung der Bäder die chemischen Bestandtheile dieser nehmen oder wie diese durch ihre fünf Minuten bis eine Stunde andauernde Berührung unseres Leibes auf dessen Organismus wirken, ist keineswegs offenbar und klar erkannt. Wir besitzen keine Belege dafür, daß während des kurzdauernden Gebrauches mineralischer Bäder die chemischen Bestandtheile derselben oder ein Theil dieser in den Leib durch die Haut eindringen und von dem Organismus aufgenommen werden. Nur von den Schleimhäuten werden dieselben in wässeriger Lösung aufgenommen, — daß sie durch die äußere Haut-

decke hindurch in das Blut gelangen, scheint die hornartige Oberhaut (Epidermis) zu verhindern. Diese läßt Arzneistoff nur nach länger dauernder Berührung und nach mechanischer Behandlung, z. B. Einreibung, durch sich durch. Sie muß erst durchdringbar (permeabel) gemacht werden, ehe sie Arzneistoffe oder überhaupt chemische Stoffe durch sich durch in den Organismus eintreten läßt. Dieser Zweck wird aber durch die kurzdauernde einfache Berührung der Badeflüssigkeit noch nicht erreicht. Die Erzählungen von Beispielen, daß wegen Mangel süßen Wassers nicht gestillter Durst durch den Gebrauch von Seebädern gemindert worden, sind noch keine Beweise dafür, daß Wasser wirklich durch die Epidermis hindurch in den Leib gedrungen und von dem Organismus eingesaugt (absorbirt) worden sei; — denn so lange der Leib in einem Vollbad sich befindet, ist die in dem Medium der atmosphärischen Luft stets fortdauernde Ausdünstung durch die Haut unterdrückt, die Verminderung des Wassergehaltes in dem Organismus sistirt und also die von ihr herrührende Steigerung des Durstes unterbrochen.

Wenn nun die Oberhaut die chemischen Bestandtheile des Badewassers nicht durch sich dringen läßt, so könnte man daraus den Schluß ziehen, daß die Wirkung der verschieden chemisch zusammengesetzten Bäder auf den menschlichen Organismus keine Verschiedenheit darbiete, daß es gleich sei, ob das Badewasser rein, ein destillirtes oder ein an mineralischen Bestandtheilen reiches, z. B. ein Soolenwasser sei. Liest man die Lobpreisungen über die verschiedenen Bäder und die Krankengeschichten der durch den Gebrauch der verschiedenen Bäder Genesenen, so möchte man factisch zu diesem Schlusse verleitet werden. Die Aerzte wissen aber anderseits nur zu gut, daß das eine Bad auf einen und denselben Menschen eine ganz andere Wirkung hat, als ein anderes in seiner chemischen Zusammensetzung von dem ersteren verschiedenes Bad. Wenn nicht auf chemischem Wege, d. h. durch Aufnahme der chemischen Bestandtheile des Badewassers durch die Haut in das Blut des Leibes, so ist es vielleicht möglich, auf physikalischem Wege eine Einsicht in die Weise der verschiedenen Wirkung der verschiedenen Bäder auf den menschlichen Organismus zu gewinnen. Der Versuch sei erlaubt. Wir wissen aus der Physik, daß die Conductoren der Elektrisirmaschine wohl in trockner, aber nicht lange in an Wasserdunst reicher atmosphärischer Luft geladen bleiben,

und daß Wasser ein besserer Leiter der Elektricität ist als Luft. Wir wissen ferner, daß Wasser der Leitung des elektrischen Stromes einen größern Widerstand entgegensetzt, als die Metalle. Den Leitungswiderstand von Silber = 1 angenommen, leistet Eisen der Leitung der Elektricität einen sechsmal größern, — eine gesättigte Lösung von Kochsalz einen 3173000mal, — dieselbe Kochsalzlösung zum zweifachen Volumen verdünnt einen 4333000mal, zum dreifachen Volumen verdünnt einen 5721000mal, und zum vierfachen Volumen verdünnt einen 7864000mal größeren Widerstand als Silber. — Andererseits wissen wir, daß auf der Haut der menschliche Leib elektrische Reaction zeigt. Buzorini (Luft-Elektricität, Erdmagnetismus und Krankheitsconstitution, 1841) schreibt p. 63: „Die Elektricität der Hautoberfläche ist im gesunden Zustande positiv, im kranken Organismus aber ist sie bald positiv, bald negativ“. — „Die Stärke der Elektricität auf der Hautoberfläche aber ist im gesunden wie im kranken Zustande von dem Grade der Energie der Blutbewegung gegen die peripherischen Theile und der damit zusammenhängenden Thätigkeit der Haut abhängig. Wir finden daher an durch Winterfrost erkälteten Theilen des Körpers, im Fieberfrost, bei sehr heftigen Entzündungen innerer Organe, bei trockener unthätiger Haut in allen Krankheiten keine Elektricität auf der Haut, welche aber mit der Wiederkehr einer energischen Blutbewegung gegen die peripherischen Theile auch sich wieder einstellt. Am auffallendsten tritt diese Erscheinung bei Cholerakranken hervor: in gleichem Schritte mit der Abnahme der peripherischen Circulation verschwindet die Elektricität, in gleichem Schritte mit der Zunahme derselben kehrt sie wieder, und es ist merkwürdig, daß das Elektrometer die Rückkehr der peripherischen Thätigkeit oft schon anzeigt, ehe diese günstige Wendung einer anderweitigen sinnlichen Wahrnehmung sich kund gibt.“ — Ohne jetzt schon dem Grunde der Elektricitätsentwicklung auf der Haut des menschlichen Körpers nachzuforschen, halten wir nur an der Thatsache fest, daß in gewissen Zuständen unsers Organismus auf der Haut Elektricität sich entwickle; — und wir können annehmen, daß, sowie durch das Elektrometer die Elektricität auf unserer Haut bemerkbar wird, also auch durch die Medien, in denen sich unser Körper befindet, die elektrische Bewegung der Haut ab- und fortgeleitet werden kann. Das Wasser der Bäder kann also die Wirkung auf unsern Körper haben, daß es die Elek-

tricität unsers Leibes von der Haut ableitet. Da, wie wir oben bemerkt, gesättigte und weniger verdünnte Kochsalzlösungen einen geringeren Widerstand der Leitung der Elektricität entgegensetzen, als mehr verdünnte Solutionen, — so läßt sich wenigstens vermuthungsweise annehmen, daß salzreichere Bäder die animalische Elektricität von der Haut besser und schneller ableiten, als salzärmere Mineral- und einfache Wasserbäder. Das Vermögen, die animalische Elektricität von der Haut abzuleiten, muß daher dem Wildbad Gastein — einer Quelle, dessen Wasser so frei von mineralischen Bestandtheilen ist wie destillirtes Wasser — in geringerem Grade innewohnen, als einer starken Salzsoole oder einer Stahlquelle.

Nach diesen Voraussetzungen läßt sich die Wirkungsweise der Bäder auf zwei Punkte zurückführen: erstens die Erwärmung oder Abkühlung unsers Körpers, und zweitens das Vermögen der Badeflüssigkeit, die animalische Elektricität von der Haut abzuleiten. Wir wollen hierin den Wirkungskreis der Bäder nur auf die fünf Minuten bis eine Stunde lang dauernde Berührung der Badeflüssigkeit mit der Haut unsers Leibes beschränkt wissen, und nehmen Umgang von den mit den Bädern oft verbundenen Frottirungen, Douchen, Wellenschlägen u. dgl. Manipulationen, welche eine mechanische Behandlung der Haut oder deren Reinigung zum Zwecke haben. Wir wollen hier auch nur von der unmittelbaren primären Wirkung der Bäder gesprochen haben, und die secundäre Wirkung der Bäder auf unsern Organismus noch nicht in die Grenzen unserer Betrachtung hineinziehen. — Es ist eine bekannte Thatsache, daß die Bäder, wie man zu sagen pflegt, angreifen, die einen mehr als die andern, — und ein Mensch wird durch den Gebrauch der Bäder mehr angegriffen, als ein anderer. Das Gefühl des Angegriffenseins, der Mattigkeit, einer Art Unvermögenheit die Muskeln in Thätigkeit zu versetzen, sich zu bewegen, tritt besonders nach zu lange dauerndem Gebrauch eines Bades auf, und es ist allen Aerzten bekannt, daß mineralreiche Bäder jenen Grad der Mattigkeit eher herbeiführen, als ein an mineralischen Bestandtheilen armes Badewasser, z. B. die Gastein- oder Wildbadquelle, in welchen letzteren die Badenden in der Regel zur Zeit, nach der sie die hohe Temperatur derselben gewohnt sind, am längsten unter allen Bädern verweilen können, und beim Herausgehen aus denselben sich wohl und be-

haglich fühlen. Der Grund der erzeugten Mattigkeit kann aber nicht in der durch ein Bad hervorgebrachten Temperaturveränderung des Leibes liegen, — denn ein durch das Bad herbeigeführter Wärmeverlust unseres Körpers würde sich durch ein Frostgefühl, — und eine durch ein Bad herbeigeführte Erwärmung durch ein Gefühl von Hitze sich kundgeben. Die Ermattung unmittelbar nach dem Bade dünkt mir die Folge der durch das Badewasser bewerkstelligten Entladung von animalischer Elektricität von der Haut zu sein. Mit dem Mattigkeitsgefühl nach einem Bad hat die Ermüdung nach starker Muskelanstrengung die meiste Aehnlichkeit. Mit der Kraft der Nerven aber, den Muskel in Contraction und einen Körpertheil in Bewegung zu versetzen, läßt sich keine andere Kraft besser vergleichen, als die Kraft, durch welche Elektricität entwickelt wird.

Die Anzeige zu diesem oder jenem Bade gibt nun einmal das Bedürfniß des Organismus eines Individuums nach zeitweiser Verringerung oder Erhöhung seines Wärmezustandes, oder nach dem Entladenseinwollen seiner sich übermäßig entwickelnden Elektricität. Die hornartige Beschaffenheit der Oberhaut, sowie sie das Hinderniß zu sein scheint für die Einsaugung (Endosmose) von Wasser und der in diesem aufgelösten Mineralien, mag auch manchmal die Ursache des Hindernisses einer guten Ableitung der animalischen Elektricität sein. So mag die Epidermis des einen Menschen der Ableitung der animalischen Elektricität einen größern, die Epidermis eines anders constitutionirten und disponirten Menschen einen geringeren Widerstand entgegensetzen. Vielleicht besitzt gerade die Epidermis solcher Menschen, welche schwer durch die Haut schwitzen, an Gicht, Säftestockungen und chronischen Hautausschlägen leiden, ein schlechtes Leitungsvermögen. Durch längere Berührung mit dem Badewasser saugt die Epidermis Wasser ein, wird weicher (runzelig) und wasserreicher, daher auch fähiger, die animalische Elektricität des Leibes durch- und von sich ableiten zu lassen. Gegentheilig gibt es kranke oder schwache Menschen, deren Haut leicht ausdünstet und zu Schweißen geneigt ist, bei denen eine zu große Entwicklung von thierischer Elektricität nicht bemerkbar sich macht, welche mineralreiche und daher die thierische Elektricität schnell und gut ableitende Bäder nicht wohl ertragen. Diesen, worunter Schwächlinge und Greise gehören, ist die möglichst einfache Erwärmung, ohne damit nothwendig verbundene

Elektricitätsentladung durch warme Bäder am zuträglichsten, und solche Naturen sind es, welche die Bäder von Gastein, Wildbad, Teplitz u. dgl. am besten ertragen und diese bei den verschiedensten organischen Leiden mit dem größten Nutzen gebrauchen. Ich getraue mich zu behaupten, daß in der einfachen Erwärmung des Leibes in Verbindung mit dem niedersten Grade des Elektricitätsentladungsvermögens der Grund der bis jetzt auf chemischem Wege unerklärlichen besonderen Wirkung der Gasteiner Thermen, deren Wasser mit dem aqua destillata gemeinhin verglichen wird, liege.

Ich kann nicht unerwähnt lassen, daß den Römern unter den Kaisern, bei denen die Anwendung des Badens am raffinirtesten betrieben wurde, Celsus gerathen, wenn sie schwach und matt seien, sich vorher salben zu lassen, ehe sie in das Bad steigen, auf daß sie dasselbe besser ertragen. Oele und Fette sind, sowie Harze, bekanntlich schlechte Leiter der Elektricität, und es scheint mir der Nutzen der Salbung vor dem Bade in dem größern Widerstand, die animalische Elektricität abzuleiten, zu bestehen, den die Salben der Leitung von der Haut entgegensetzen. Hingegen sind nervösen und an nervöser Reizbarkeit leidenden Personen Salzbäder, besonders die kalten Meerbäder am zuträglichsten und ihnen am meisten Nutzen bringend.

Es möchte nicht wenig belohnend sein, wenn Badeärzte Versuche und Beobachtungen von unserm Gesichtspunkt aus anstellen würden. Vielleicht ließe sich die Indication zu einem bestimmten Bade für einen bestimmten Menschen dadurch feststellen, wenn man mittels des Elektrometers den Grad der Entwicklung thierischer Elektricität auf der Haut an letzterem längere Zeit hindurch sorgfältig erforschen würde. Denjenigen Individuen, deren Haut auf das Elektrometer positiv reagiren würde, wäre der Gebrauch von mineralreichen Bädern, z. B. die Soolenbäder, die Meerbäder, auch Stahlbäder anzurathen, — jenen aber, deren Haut auf das Elektrometer negativ reagiren würde, der Gebrauch der einfach erwärmenden Bäder, Bäder von destillirtem Wasser, Regenwasser oder der Thermen von Gastein, Wildbald, Teplitz u. dgl. anzurathen.

München im Dezember 1856.

Elektrische Kraft und elektrische Bewegung.

Denken Sie sich zwei Stücke von zweierlei Metallen z. B. Wismuth und Kupfer aneinander gelöthet und ihre freien Enden durch einen Draht miteinander verbunden. Wird die Löthstelle mittels einer Flamme erwärmt, so ist ein elektrischer Strom an dem Drahte bemerkbar, der von dem einen Metall, bei unserm Beispiel von dem Wismuth der Löthstelle über diese zu dem Kupfer und durch den Draht im Kreise wieder zu dem Wismuth geht. Wird die Löthstelle statt erwärmt durch schmelzendes Eis erkaltet, so geht ebenfalls ein elektrischer Strom durch den von beiden Metallen und dem Draht gebildeten Ring, aber in entgegengesetzter Richtung von dem Kupfer durch die erkaltete Löthstelle zu dem Wismuth, dem Draht und wieder zu dem Kupfer. In diesem Experiment wird das einemal durch Wärme, das anderemal durch Kälte ein elektrischer Strom erzeugt. Wir nennen aber Wärme eine Atomenausdehnung und Kälte eine Atomenzusammenziehung. Aber abgesehen von dieser Definition ist es ja Thatsache, daß durch Erwärmung die Körper ausgedehnt werden und durch Kälte erstarren, sich zusammenziehen. Wir können daher dreist sagen: es wird das einemal durch Atomenausdehnung, das anderemal durch Atomenzusammenziehung ein elektrischer Strom erzeugt.

Wenn man Harz, z. B. Siegellack oder Bernstein mit Wollentuch reibt, so wird die geriebene Stelle warm. Nähert man dieser geriebenen und erwärmten Stelle leichte Körperchen, z. B. Papierschnitzelchen, Goldblättchen oder an einem Faden hängende Korkkügelchen, so hängen sich diese an die geriebene Stelle an und bleiben eine Zeit lang hängen. Durch den bei der Reibung ausgeübten Druck werden nämlich die kleinsten Theilchen des Siegellacks oder Bernsteins auf einen kleineren Raum beschränkt, sie werden zusammengedrückt, sie müssen sich zusammenziehen. Hört der Reibungsdruck auf, so dehnen sich die zusammengezogenen Harztheilchen wieder aus, und zwar in dem Maaße, als sie zusammengedrückt wurden. Der Ausdehnung der Atome muß aber wieder von selbst eine Zusammenziehung derselben folgen, und sofort dieser wieder eine Ausdehnung, bis die Ausdehnungskraft der gedrückten Atome mit ihrer Zusammenziehungskraft sich ins Gleichgewicht gesetzt hat, — bis das Mehr der Ausdehnung im ruhenden Zustande der Atome und das Mehr ihrer Zusammenziehung gleich Null geworden, — bis

die Atome ihr normales Volumen wieder eingenommen haben und es behalten können; — vergleichbar den Schwingungen eines Pendels, welches aufhört zu schwingen, wenn es, in seinem Ruhepunkt angelangt, darin verharren kann. In dem Moment nun einer jeweiligen Zusammenziehung der Harzatome haben diese die Fähigkeit, leichte Körperchen anzuziehen, — sie haben ja für diese Raum frei gemacht, — die Anziehung ist, wie wir schon dargethan, die Wirkung der Zusammenziehung. Diese Anziehungsfähigkeit der Harzatome oder der Atome von Glas oder des Bernsteins (ἤλεκτρον) nennt man von Alters her die elektrische, die Bernstein-Anziehungskraft. In dem Moment aber einer jeweiligen, auf die Zusammenziehung der gedrückten Atome folgenden Ausdehnung üben diese, mehr Raum einnehmend, einen Stoß, eine Abstoßungskraft aus. Die Anziehungskraft eines geriebenen Körpers ist aber das, was die Physiker negative, — die Abstoßungskraft eines geriebenen Körpers das, was die Physiker positive Elektricität nennen. Wenn wir schon an den leichten Papierschnitzelchen sehen, daß sie von geriebenem Bernstein oder Glas angezogen, oder an den an einem biegsamen Faden hängenden Korkkügelchen, daß sie abgestoßen werden, — wenn wir diese zweierlei Wirkung en gros wahrnehmen, — wie kann man Bedenken tragen, zu glauben, daß die vielleicht um das Millionenfache kleineren Atome der Körper, die sich nahe den geriebenen Körpern befinden, auch angezogen oder abgestoßen werden? Während der Zusammenziehung der geriebenen Harz- oder Glasatome machen diese Raum frei, während ihrer Ausdehnung haben sie mehr Raum vonnöthen. Ihre Nachbaratome müssen sich im ersten Falle entweder ausdehnen, um den leeren Raum auszufüllen, oder wenn sie durch die Zusammenhangskraft der Körpermasse daran gehindert sind, müssen sie, so lange die Zusammenziehung jener dauert, von ihrer Stelle rücken und zwar zu den sich zusammenziehenden Atomen hin. Im anderen Falle müssen sich die Nachbaratome entweder, um den nöthigen Raum zu schaffen, zusammenziehen oder, wenn sie durch die Cohäsionskraft daran gehindert sind, von den sich ausdehnenden Atomen hinwegrücken. Die Nachbaratome eines elektrisch gemachten Körpers werden also von diesem entweder erwärmt oder angezogen, oder erkaltet oder abgestoßen. Werden die Nachbaratome eines elektrisch wirkenden Körpers durch die Cohäsionskraft ihrer Körpermasse gehindert, sich zusammenzuziehen oder auszudehnen, so werden sie von

jenem abwechselnd angezogen und abgestoßen, je nachdem die Atome jenes sich eben zusammenziehen oder ausdehnen. Sie werden in eine Bewegung versetzt, deren Richtung zu dem elektrischen Körper abwechselt mit der Richtung von diesem hinweg. In diesem wechselnden Angezogen- und Abgestoßenwerden der Atome, dieser Hin- und Herbewegung, einer Art Schwingung, dem Erzittern, Vibriren, besteht und beruht die Leitung der elektrischen Kraft oder die Kraftäußerung eines in Atomenbewegung versetzten Körpers. Ein elektrischer Strom aber ist der Inbegriff der Vibrationen von Atomen solcher Körper, welche inmitten zweier in verschiedener elektrischer Thätigkeit befindlicher Körper gestellt sind, zwischen einem positiv und einem negativ elektrisch thätigen Körper sich befinden, einerseits durch den Atomenzusammenziehungsact des negativ elektrischen Körpers von dessen Atomen angezogen, anderseits durch den Atomenausdehnungsact des positiv elektrischen Körpers von dessen Atomen abgestoßen werden. Die Atome eines Körpers, z. B. eines Kupferdrahtes, durch welchen, wie man sagt, ein elektrischer Strom geht, werden durch zwei sich entgegengesetzte Kräfte in Vibration versetzt, auf einer Seite durch die Abstoßungskraft eines positiv elektrischen im Acte der Atomenausdehnung begriffenen Körpers, auf der andern Seite durch die Anziehungskraft eines negativ elektrischen im Acte der Atomenzusammenziehung begriffenen Körpers, also von zwei sich entgegenstehenden Kräften in Bewegung versetzt, deren Richtung ein und dieselbe ist, — die Atome eines Leitungsdrahtes werden nach einer Richtung hingestoßen, und nach eben derselben Richtung hingezogen. Kein Wunder, daß die Elektricität oder die elektrische Bewegung am schnellsten, schneller als Licht oder Schwere, fortgeleitet wird. Die Kräfte, welche den elektrischen Strom unterhalten, sind zwei, während die Lichtstrahlung und die Erdmittelpunktanziehung nur durch je eine Kraft hervorgebracht wird.

Betrachten wir eine gewöhnliche Reib-Elektrisirmaschine mit einer Drehglasscheibe, so entdecken wir daran zwei die elektrische Bewegung gutleitende Metallconductoren. Der Conductor für die positive Elektricität muß sich an der Stelle befinden, an welcher die geriebenen Glasatome sich eben ausdehnen, und der Conductor für die negative Elektricität muß sich an der Stelle befinden, wo die Glasatome eben sich wieder zusammenziehen. Die Atome des Conductors für die positive Elektricität werden durch erlittene Ab-

stoßung, — die Atome des Conductors für die negative Elektricität durch erlittene Anziehung in Vibration versetzt.

Doch nicht die mechanische Reibung von zwei Körpern allein ist die Weise, elektrische Bewegung hervorzubringen, es ist bei einer andern Classe von Körpern, den Metallen, hiezu schon die gegenseitige Berührung, der Contact, hinreichend. Es ist allgemein bekannt, daß der Galvanismus, oder vielmehr die Wirkung einer Volta'schen Säule auf dem bloßen Contact zweierlei Metallen beruhet. — Wie läßt sich aber die elektrische Wirkung der gegenseitigen Berührung zweier Metalle einer Volta'schen Säule, welche die wirksamsten elektrischen Ströme hervorbringt, erklären? — Tentare licet: Die verschiedenen Metalle besitzen auch eine verschiedene Zusammenhangskraft. Die Zusammenhangskraft der Metalle ist begründet durch die Zusammenziehungskraft ihrer Atome. Je größer diese ist, desto größer ist die gegenseitige Anziehung der Metallatome unter einander, d. i. desto größer die Cohäsionskraft der Metalle. Ueben nun durch Berührung die Flächen zweier verschiedenen Metalle, z. B. Kupfer und Zink, einen gegenseitigen Druck aufeinander aus, so wirkt die durch den Druck rege gemachte Zusammenhangs- oder Atomenzusammenziehungskraft des Kupfers in einem andern Grade auf das Zink, als die Zusammenhangs- oder Atomenzusammenziehungskraft des Zinkes auf das Kupfer. Nehmen wir an, daß die Zusammenhangskraft des specifisch schwereren Kupfers größer ist, als die des specifisch leichteren Zinkes, so werden die Kupferatome auf das Zink raumfreigebend sich verhalten. Durch die ausgeübte Raumfreigebung von Seite der Kupferatome werden aber die an ihrer Stelle verharrenden Atome der Berührungsfläche des Zinkes in Ausdehnung versetzt. — Sowie nun einerseits die in vermehrte Zusammenziehungsthätigkeit versetzten Kupferatome der Berührungsfläche in den mit ihnen in Berührung befindlichen Zinkatomen eine Ausdehnung hervorrufen, so üben sie andererseits auf die angrenzenden Kupferatome eine Anziehung aus, — und die sich ausdehnenden Zinkatome der Berührungsfläche verursachen eine Abstoßung gegen die angrenzenden Zinkatome. In den mit den Zinkatomen nicht in unmittelbarer Berührung befindlichen Kupferatomen wird daher eine Vibration durch Anziehung, und in den mit den Kupferatomen nicht in unmittelbarer Berührung befindlichen Zinkatomen wird eine Vibration durch Abstoßung hervorgebracht. Die elektrische Vibration

wird durch das Wasser der feuchten Tuchscheiben zu den nächsten Kupferzinkplattenpaaren der Volta'schen Säule fortgeleitet, und so fort die Vibration des einen Elementes zu dem andern Elemente, so daß, wird die oberste Zinkplatte mittelst eines Drahtes mit der untersten Kupferplatte in Verbindung gesetzt, ein elektrischer Strom durch den Draht geht, dessen Kraftstärke in der Summe der sich zusammenziehenden Kupferatome und der sich ausdehnenden Zinkatome sämmtlicher Berührungsflächen sämmtlicher Plattenpaare der Säule inbegriffen ist.

Die Stelle des Contactes als Ursache der elektrischen Aufregung der Atome wird in einer galvanischen Batterie durch saure Flüssigkeiten vertreten, in welche die miteinander in Verbindung stehenden Stücke von zweierlei Stoffen (z. B. Kohle und Zink, oder Platin und Zink) getaucht werden. Ein und dieselbe saure Flüssigkeit hat auf die Atome des Platins oder der Kohle die Wirkung einer größeren Zusammenziehungsthätigkeit, als auf die Atome des Zinkes. Die mehr ausgedehnten Zinkatome verursachen in den angrenzenden Atomen eine Vibration durch Abstoßung, — die mehr sich zusammenziehenden Kohlen- oder Platinatome eine Vibration durch Anziehung. Aber auch statt, daß zweierlei Metalle in eine und dieselbe saure Flüssigkeit getaucht werden, kann man eine galvanische Batterie nur aus Eisenplatten, also nur aus einem Metall, construiren, von denen je eine in concentrirte Salpetersäure, die andere in verdünnte Schwefelsäure getaucht ist. Jene erzeugt in den Eisenatomen eine Zusammenziehung, wodurch dieselbe Eisenplatte eine Atomenvibration durch Anziehung veranlaßt, während die in verdünnte Schwefelsäure getauchte Eisenplatte eine Atomenvibration durch Abstoßung hervorruft.

Wie Eingangs erwähnt, vertritt bei der thermoelektrischen Säule erhöhte Wärme oder Kälte die Funktion, die Atome zweier aneinander gelötheten Metalle in Ausdehnung oder in Zusammenziehung zu versetzen. Von der kürzeren oder längeren Zeit, die ein Metall nöthig hat, auf daß seine Atome eher in Ausdehnung oder Zusammenziehung als die des andern Metalles versetzt werden, hängt es ab, von und nach welcher Richtung der erzeugte elektrische Strom gehe.

Da nun die Atome aller Körper die Zusammenziehungs- und Ausdehnungsfähigkeit besitzen, obwohl die Atome der einen Körper

mehr als die anderer, so sind nach unseren Ansichten von der elektrischen Kraft auch deshalb alle Körper mehr oder weniger fähig, elektrische Bewegung zu erzeugen, je nach ihrer specifischen Atomenzusammenziehungs- und Ausdehnungsfähigkeit; — sowie auch alle Körper im Stande sind, eine höhere oder niedere Temperatur anzunehmen, und ihre Nachbarkörper kälter oder wärmer zu machen. Wie die Wärme latent in den Körpern ist, so ist es in ihnen auch die elektrische Kraft. Werden die Körperatome in Bewegung gebracht, so entwickeln sie ihre Kraft entweder indem sie sich zusammenziehen, durch Erwärmung oder (negativ elektrische) Anziehung ihrer Nachbaratome, oder, indem sie sich ausdehnen müssen, durch Erkältung, Erstarrung oder (positiv elektrische) Abstoßung. Geben doch schon die Wirkungen der elektrischen Kraft davon Zeugniß. Wie die Wärme, so besitzt auch die elektrische Kraft ihr mechanisches Aequivalent. Wie durch die Wärme oder Kälte ein elektrischer Strom erzeugt wird, so sehen wir auch, daß ein elektrischer Strom Wärme und Kälte erzeugt, am positiven Pol Kälte, am negativen Pol Wärme. Neef's experimentelle Forschungen haben dargethan, daß die Schmelzung und Vergasung des Platin's am negativen Pol von statten geht, also da, wo die Anziehungs- und Atomenzusammenziehungsthätigkeit waltet, da, wo Raum leer gemacht wird. Bei der Wasserzersetzung im Voltameter kommt der specifisch schwerere, aus Atomen von kleinerem Volumen, also aus zusammengezogeneren Atomen bestehende Bestandtheil des Wassers, der Sauerstoff, am positiven oder Atomenausdehnungspol, — der andere specifisch leichtere, aus ausgedehnteren Atomen bestehende Bestandtheil des Wassers, der Wasserstoff, an dem negativen oder Atomenzusammenziehungspol zum Vorschein.

Das Resumé unserer Betrachtung geht also dahin, daß die elektrische Kraft in der Ausdehnung und Zusammenziehung der Atome liege, und die elektrische Bewegung durch die Abstoßung der sich ausdehnenden und durch die Anziehung der sich zusammenziehenden Atome erzeugt werde, — sowie ein elektrischer Strom in den Vibrationen von Atomen bestehe, welche von einer Seite durch die Anziehung sich zusammenziehender und zugleich von der andern Seite durch die Abstoßung sich ausdehnender Atome hervorgerufen werden. Daß es aber an der Zeit sei, anstatt der Hypothese von den imponderablen Stoffen und so hier von den elektrischen Flüssigkeiten auf eine

andere Annahme zu denken, möge aus folgendem Passus aus B. v. Baumgartner's Rede zur Genüge hervorgehen:

„Man kann nämlich nicht mehr, wie bisher, eine specifische elektrische Materie annehmen; denn eine solche ist, da ihr Quantum keiner Veränderung unterliegen kann, mit dem Princip der Umwandlung der Elektricität in Wärme und Arbeitskraft unverträglich. Mit der elektrischen Materie fällt zugleich die magnetische, da die Ansicht, die magnetischen Erscheinungen rühren von elektrischen Strömen her, mit Recht immer mehr Boden gewinnt. Somit ist das Reich der Imponderabilien in der Naturlehre seinem Ende nahe, und die Zeit vorüber, wo unwägbare Stoffe als ebensoviele wissenschaftliche Kobolde in jedem Zweige der Naturwissenschaft ihren unheimlichen Spuck getrieben haben."

München im Dezember 1856.

Magnetische Kraft.

Ein Metalldraht, durch welchen eben ein elektrischer Strom geht, bietet dreierlei Wahrnehmungen dar: er leuchtet im Dunkeln, er wird warm und erwärmt die Medien, in denen er sich befindet, und zieht in seine Nähe gebrachte Eisenfeilspäne an sich. Die Erwärmung, welche von dem Leitungsdrahte ausgeht, steht erfahrungsgemäß in geradem Verhältniß zu dem Leitungswiderstand, d. h. je weniger das Metall des Leitungsdrahtes die elektrische Bewegung fortleitet, desto mehr erwärmt es, — und je mehr es erwärmt, desto weniger leitet es. Die Leitung besteht aber in der Vibration des Drahtes, in der Hin- und Herbewegung der Metall-Atome desselben. Insoferne die Metallatome beweglich sind, leiten sie, und insoferne sie von der Stelle nicht beweglich sind, werden sie von dem positiven Pol der galvanischen Batterie her zur Zusammenziehung, — von dem negativen Pol her zur Ausdehnung genöthiget. Durch die Zusammenziehung der nicht von der Stelle beweglichen Metallatome des Drahtes werden die Medien, z. B. Weingeist, in denen sich der Draht befindet, und das in diesen steckende Thermometer erwärmt.

Befindet sich der Leitungsdraht in einer Menge von kleinen

Eisentheilchen — Eisenfeilspänen oder gepulvertem Eisen, — so üben die sich zusammenziehenden Metallatome des Leitungsdrahtes auf dieselben eine Anziehung aus, die Eisenfeilspäne hängen sich an den Leitungsdraht, wie die Papierschnitzelchen an mit Wolle geriebenes Siegellack an, und bleiben so lange daran hängen, als der elektrische Strom durch den Draht geht. Aber nicht genug, auch an die an dem Draht schon hängenden Eisentheilchen selbst hängen sich wieder andere Eisentheilchen an. Die an den Draht angehängten Eisentheilchen werden durch dieselbe Ursache, wie die Metallatome des Drahtes, in Zusammenziehungszustand versetzt, und sie erlangen ebenfalls die Eigenschaft, andere Eisentheilchen an sich zu ziehen.

Wird ein kupferner mit Seide übersponnener Leitungsdraht um einen Eisenstab spiralförmig vielfach gewunden, so werden die Atome des Eisenstabes von den sich zusammenziehenden Kupferatomen des Leitungsdrahtes so lange in durch mittelbare Anziehung bewirkter Spannung erhalten, als der elektrische Strom aus der galvanischen Batterie durch den Draht geht. In diesem Zustande hat der Eisenstab ebenfalls die Kraft Eisenfeilspäne und Eisenstücke anzuziehen.

In der Eigenschaft, Eisen anzuziehen, besteht aber die Eigenthümlichkeit des Magnetes. Längere Zeit dauernde Berührung mit einem natürlichen Magnet, dem Magnetstein, oder öfteres Bestreichen mit diesem verleiht dem metallischen weichen Eisen oder dem Stahl die gleiche Eigenschaft, wieder Eisentheilchen oder Eisenstücke an sich zu ziehen.

Gleiche Wirkung läßt auf gleiche Ursache schließen. Es sei die Vermuthung erlaubt, daß in dem Magneteisensteine eine elektrische Anziehung, nach unserer Ansicht eine actuelle Atomenzusammenziehung obwaltet, ähnlich wie die Metallatome eines Leitungsdrahtes in Folge der Atomenausdehnung am positiven Pol einer galvaninischen Batterie im Zusammenziehungsacte begriffen sind. Die Ursache aber der elektrischen Atomenzusammenziehung im natürlichen Magneteisen mag in dessen eigenthümlicher chemischen Zusammensetzung liegen. Es besteht nämlich aus Eisenoxyd und Eisenoxydul, eine Composition, welche es nur mit dem Manganoxydoxydul gemein hat, von dem aber noch nicht bekannt ist, daß es ursprüngliche magnetische Kraft besitzt. Ich vermuthe, daß das Eisenoxyd und Eisenoxydul durch Contact aufeinander ähnlich wirken, wie Kupfer

auf Zink, oder wie in concentrirte Salpetersäure gestecktes metallisches Eisen auf ein in verdünnter Schwefelsäure steckendes Eisen galvanisch wirkt. Metallisches Eisen aber, dessen Ausdehnungsfähigkeit (nach der Länge) durch Erwärmung nächst dem Platin unter allen Metallen die geringste ist, scheint unter diesen auch die größte Atomenzusammenziehungsfähigkeit zu besitzen. Ist dem so, so erscheint es naturgemäß, daß es auch die größte Anziehungsfähigkeit und Anziehungskraft unter den Metallen besitzt. Daß die magnetischen Wirkungen auf elektrischen Strömen beruhen, ist zur Zeit eine beinahe allgemein anerkannte Annahme. Nehmen wir nun an, daß in dem Magneteisenstein eine galvanisch-elektrische Bewegung obwaltet, so kann man analog der Fortleitung elektrischer Ströme nicht zweifeln, daß die in dem Magneteisenstein befindliche Quelle elektrischer Bewegung auch fortgeleitet werden kann. Dieses geschieht aber durch Eisenstäbe, welche mit dem natürlichen Magnet in Berührung gebracht werden. Längere Zeit dauernde Berührung eines metallischen Eisen mit einem natürlichen Magnet gibt aber jenem die Eigenschaft, die magnetische Kraft bei weitem viel dauerhafter zu behalten, als ein Eisenstück, welches mittelst eines um dasselbe gewundenen Leitungsdrahtes, zum Elektromagnet umgewandelt wird. Denn ein solch letzterer verliert diese Eigenschaft sobald als die elektrischen Ströme durch den Leitungsdraht nicht mehr durchgehen. Der Grund von der längeren Dauer der magnetischen Anziehungskraft in einem sogenannten künstlichen Magnet mag darin liegen, daß in dem Eisenstab, der mit einem natürlichen oder auch einem schon künstlichen Magnet in Berührung gebracht, z. B. damit mehrmals gestrichen worden ist, ein Theil seiner Atome vermöge der erlittenen Anziehung in mit Ausdehnung abwechselnde Zusammenziehung, und der andere Theil seiner Atome in Vibration versetzt werde. Ist nun auch der natürliche Magnet nicht mehr in Berührung mit dem zu magnetisirenden Eisenstab, so finden sich (so nehmen wir an) in der Eisenmasse zweierlei Atomenthätigkeiten, eine mit Ausdehnung abwechselnde Zusammenziehungsthätigkeit, und eine schwingende, vibrirende. Die Schwingungen eines Theiles der Eisenatome, würden sie auch für sich aufhören können, würden die schwingenden Atome ihre vorige natürliche Ruhestellung wieder erlangt haben, — werden aber durch die in abwechselnder Zusammenziehung und Ausdehnung begriffenen anderen Eisenatome abermals erneuert, — und so umgekehrt wird die etwa eintretende

Ruhe der sich zusammenziehenden und ausdehnenden Atome durch die ihnen von den schwingenden Atomen zu Theil werdenden Stöße gestört. Es bleibt, ähnlich wie in der Leidner'schen Flasche,*) in welcher nach der Ladung die Atome des Staniolbeleges in Schwingung, und die Atome des die beiden Staniolblätter trennenden Glases in abwechselnder Zusammenziehung und Ausdehnung begriffen sind, so auch in dem magnetisirten Eisenstab für längere Zeit eine elektrische Bewegung zurück, welche wohl endlich einmal aufhört, wenn alle darin herrschenden Bewegungskräfte gegenseitig sich ausgeglichen haben, aber immer wieder durch den entsprechenden Einfluß, wie durch Anhängen größerer Eisenstücke an den künstlichen Magnet, vor dem gänzlichen Erlöschen zu neuer Thätigkeit angeregt werden. Der Grund, daß dasjenige Ende eines künstlichen Magnetstabes, welches mit dem natürlichen Magnete in Berührung gewesen, das Ende eines zweiten künstlichen Magnetes, welches ebenfalls mit einem natürlichen Magnet in Berührung gewesen ist, nicht anzieht, liegt darin, daß in den von den natürlichen Magneten berührten Enden beider künstlichen Magnetstäbe die Summe der sich zusammenziehenden Atome nicht die gleiche ist mit der Summe derselben in den von dem natürlichen Magnete nicht berührten Enden. Während in dem einen Ende eines künstlichen Magnetstabes die sich zusammenziehenden, scheinen in dem andern Ende die vibrirenden Atome die Mehrzahl und Oberhand zu haben.

München im Januar 1857.

Zusammenhangskraft und Schwere.

Der Unterschied der Körper ist, kann man sagen, bedingt durch den Grad der Zusammenziehungskraft der einzelnen kleinsten Theilchen, aus denen sie bestehen. Die festen Körper und unter diesen die Metalle besitzen die größte, — die tropfbarflüssigen Körper eine viel geringere, leicht durch eine andere Kraft aufhebbare, — und die luftförmigen Körper oder Gase die allergeringste, beinahe keine Zusammenziehungskraft. Der Zusammenhang oder die Cohäsion ist die Wirkung der gegenseitigen Anziehung der einzelnen Atome eines Körpers. Die Anziehung ist aber die nothwendige

*) S. Anfangsgründe der Physik. p. 175 — 179.

Folge der Zusammenziehung der kleinsten Theilchen. Denn wenn sich ein Atom zusammenzieht, so wird sein Umfang ein kleinerer, weniger Raum einnehmender. Der hierdurch leer gewordene Raum muß, da es keinen absolut leeren Raum geben kann, von dem nächst gelegenen Körpertheilchen ausgefüllt werden. Dieses geschieht, indem letzteres dem ersteren näher gerückt, jenes von diesem angezogen wird. Je mehr sich ersteres zusammenzieht, also auf einen je kleineren Raum in Vergleich zu dem früher eingenommenen es sich beschränkt, desto größer ist der leer gewordene Raum und desto größer das Bedürfniß einer neuen Raumanfüllung, desto größer die Anziehungskraft. Der leerwerdende Raum wird größer, und stärker die Anziehungskraft, wenn zwei sich gegenüberstehende Atome sich zusammenziehen. Von zwei Atomen, welche in gleicher Nähe oder Entfernung eines dritten sich zusammenziehenden und also anziehenden Atomes sich befinden, wird dasjenige zuerst und stärker angezogen, welches während seines Angezogenwerdens sich ebenfalls zusammenzieht, oder doch mehr als das andere sich zusammenzieht. Denn der leergewordene Raum zwischen zwei sich zusammenziehenden Atomen ist ja größer, als der leere Raum zwischen einem sich zusammenziehenden und einem sich nicht zusammenziehenden Atome. Zwei sich zusammenziehende Atome müssen sich nothwendiger Weise gegenseitig anziehen.

Wenn an einer Stelle mehrere Atome sich zusammenziehen als an einer andern Stelle, so ist der durch jene leer werdende Raum ein größerer, als der durch diese leer werdende. Dort ist also auch die Anziehungskraft eine größere als hier. Eine größere Menge sich zusammenziehender Atome muß also nothwendig eine aus weniger sich zusammenziehenden Atomen bestehende Menge an sich ziehen, nicht diese jene. Daher ziehen verhältnißmäßig größere Massen kleinere an sich, nicht kleinere Massen größere. Die Schwere besteht ebenfalls in der Anziehung der kleineren Körper der Erde durch die größere, aus sich zusammenziehenden Atomen bestehende Masse des festen Erdkernes.

Befinden sich zwischen zwei aus sich zusammenziehenden Atomen bestehenden, also sich gegenseitig anziehenden Massen Körper, deren Atome sich nicht oder nur in sehr geringem Grade zusammenziehen, so werden letztere zwar auch von den ersteren, und zwar mehr von der größeren, als der kleineren Masse sich zusammenziehender Atome angezogen, sie rücken in die von beiden durch die Zusammenziehung

ihrer Atome leer gemachten Räume ein, aber nachdem von ihnen Atom für Atom der größern und also mehr anziehenden Masse näher gerückt ist, und die Reihe der Anrückung an die kleinere aus sich zusammenziehenden Atomen bestehende Masse gekommen ist, so wird durch die Doppelkraft der größeren gegenseitigen Anziehung der zwei aus sich zusammenziehenden Atomen bestehenden Massen die Zusammenhangskraft der zwischen diesen beiden liegenden Körper-Atome aufgehoben, in der Anziehungslinie jener beiden eine Trennung je zweier nebeneinanderliegenden nicht sich zusammenziehenden Atome hervorgebracht. Darin besteht das Fallen der Körper. So fällt ein Regentropfen durch die Luft auf die Erde, so ein Stein durch das Wasser auf festen Grund, weil die Zusammenhangskraft der Luft eine geringere ist, als die Atomenzusammenziehungskraft und die Schwere der Wassertropfen, und die Zusammenziehungskraft wieder des Wassers eine geringere ist, als die Zusammenziehungskraft und die Schwere der Steinatome. Das Fallen fester oder schwerer Körper durch leichtere Medien ist die Erscheinung der Anziehung der Erde in die Ferne. Aehnlich damit ist die Bewegung der Magnetnadel, wenn sie durch einen in einiger Entfernung von ihr gehaltenen Eisenstab aus ihrer Richtung nach Norden gebracht wird. Die Atome der zwischen der Magnetnadel und dem Eisen befindlichen Luft oder sonst eines diamagnetischen Körpers werden wohl auch angezogen von dem Eisen und dem Magnet, aber beide letztere bestehen aus mehr zusammengezogenen und in Zusammenziehungsthätigkeit befindlichen Atomen, besitzen also eine größere gegenseitige Anziehungskraft, als die zwischen ihnen liegende Luft oder andere diamagnetische Körper.

Die Anziehungskraft der Erde, welche letztere als eine aus zusammengezogenen und sich fortwährend zusammenziehenden Atomen bestehende Masse betrachtet werden kann, wirkt auf das von seinem Mittelpunkt entfernteste Luft- (oder Aether-) Atom, — ja wirkt, wie wir aus der Astronomie wissen, auch auf den Mond, dessen Bewegung zum Theil ein Fallen gegen die Erde ist.

Die Möglichkeit der so in die Ferne gehenden Wirkung der centralen Festmasse der Erde erklärt sich nur aus der von dem Erdmittelpunkt fortgeleiteten Zusammenziehungs- und Anziehungsbewegung von einem Atome eines Erdradius zu dem andern, von dem innersten, centralsten zu dem äußersten, peripherischesten Atom des Planeten.

München im Januar 1857.

Ist Licht ein in Bewegung begriffener Stoff, oder eine Bewegung des Stoffes?

Man nennt Stoff oder Materie alles das, was auf unsere Sinne wirkt. Wir erkennen die Materie an der Wirkung, die sie auf unsere Sinne hat. Eine und jede Wirkung besteht aber in einer Bewegung, einer Thätigkeit des Wirkenden, und einer dem, auf was gewirkt wird, zugeleiteten Bewegung. Indem ich Jemanden schlage, bewege ich mich, d. i. meine Hand auf den zu Schlagenden, und der Geschlagene, indem er den Schlag empfindet, empfängt eine Bewegung. Die Körper wirken, indem wir sie tragen oder sie auf uns liegen, durch ihre Schwerkraft, d. i. durch die Anziehung, die sie durch die Erde, welche auch unsere Stütze ist, erleiden. Wägbar sind die Stoffe, insoferne sie von der Erde angezogen werden. Was ist es aber, was die Stoffe anzieht, als wieder der Stoff, die Gesammtheit der Stoffe, aus welchen die Erde besteht? Schon das directe Verhältniß der Anziehungskraft eines Körpers zu seiner Masse weiset hin, daß der Stoff es ist, der wieder Stoff anzieht. Der Stoff ist etwas Anziehendes und zugleich etwas Anziehbares; — oder, was dasselbe ist, ein Schwerkraft Ausübendes und zugleich der Schwerkraft Unterworfenes. Insoferne der Stoff angezogen wird, der Schwerkraft unterworfen ist, ist er wägbar, ponderabil, — insoferne er das nicht Angezogene, sondern das Anziehende ist, ist er nicht wägbar, imponderabil. Der Druck, den ein Körper auf seine Unterlage, auf die Wagschale ausübt, ist eine Zugbewegung derselben zu dem Mittelpunkt der Erde. Um anziehend zu sein, hat der Stoff eben so wenig einen eigenen imponderabilen Stoff zu besitzen nöthig, als er als ponderabler, wägbarer Stoff nicht einen andern Stoff nöthig hat, der ihm seine Wägbarkeit verschafft.

Sowie nun der Stoff keines Schwerfluidums oder keines Schwereäthers, überhaupt keines eigenen Schwerstoffes bedarf, um auf unsern Gefühlsinn zu wirken, ebenso wenig, mag es uns bedünken, hat der Stoff eines Lichtstoffes oder Lichtäthers nöthig, um auf unsern Gesichtssinn zu wirken. Wer will erkennen des Lichtes Wesen, fange damit an, die Finsterniß zu suchen, und im nachtdunklen Raume wird er sehen wie ein Druck auf seinen Augapfel ihm Licht und Farbe erscheinen macht. Volksbekannt ist das Fliegen von Feuer vor den Augen eines, der eben einen derben Backenstreich

empfängt. Wenn es nun ein Stoß ist, der unsere Sehnerven in den Zustand versetzt, in welchem wir Lichtwahrnehmung haben, so läßt sich daraus schließen, daß die Wirkung der Körper auf unsere Sehorgane auch in einer Stoßbewegung besteht, wenn wir sie sehen. Lichtstrahlend oder Lichtzurückwerfend wirken die Körper auf unser Auge. Hatte man früher einen Lichtstoff angenommen, der von den leuchtenden Körpern ausgestoßen wird, so nimmt man zur Zeit noch an, daß alle Körper, also die ganze Stoffmasse mit einem Lichtäther angefüllt seien, auf dessen Bewegung das Licht und seine Fortleitung begründet ist. Die Imponderabilien, worunter auch das Licht gezählt wird, vertreten gleich Göttern ex machina in den Naturwissenschaften die Stelle der Stoffkräfte, der Bewegungskräfte der Stoffe, und es ist mit ihrer — man sollte glauben aus Bequemlichkeit geschaffenen Annahme aller weiteren und tieferen Forschung ein Riegel vorgeschoben. Derjenige, der diesen Riegel hebt oder zerbricht, wird sonder Zweifel als ein Entweiher der naturwissenschaftlichen Sitten gelten. Wir haben bei der Schwere und Cohäsion angenommen, daß die bei diesen Stoffbewegungszuständen stattfindende Atomen- oder Molecularanziehung auf der Atomen- oder Molecularzusammenziehungsbewegung beruhe. Wir sind nun an dem, von dem Lichte anzunehmen, daß das Leuchten eines Körpers in der höchsten oder doch wenigstens gesteigerten Ausdehnung seiner Atome oder Molecüle besteht, daß in gesteigerter Atomenausdehnung der Stoff leuchtet, und daß die Stoßbewegung, welche von den sich ausdehnenden Atomen oder Molecülen ausgeht, fortgeleitet wird durch die Atome der durchsichtigen Körper zu unsern Augen, welche dadurch, daß sie den von den leuchtenden Körpern fortgeleiteten Stoß empfangen oder empfinden, Lichtwahrnehmung haben. Je stärker die Ausdehnung der leuchtenden Molecüle ist, desto stärker der Stoß, den sie verursachen, und desto heller das Licht, welches das Auge empfindet; je geringer die Atomenausdehnung, desto dunkler das wahrzunehmende Licht. Je öfter in dem einen Zeitmomente die leuchtenden Körper Stöße ihrer sich ausdehnenden Atome aussenden, desto weißer, je weniger Stöße sie in dem einen Zeitmomente aussenden, desto tiefer die Farbe des Lichtes. Je mehr Atome auf einem bestimmten Raum zu gleicher Zeit in der leuchtenden Körpermasse sich ausdehnen, desto greller — je geringer die Anzahl der sich ausdehnenden Atome, desto schwächer das Licht. Jeder Stoß eines sich ausdehnenden Atomes,

der so mächtig und zugleich von so geringer Ausdehnung ist, um die einzelnen Atome der Reihe nach der zwischen den leuchtenden Körpern und den Sehnerven unserer Augen befindlichen Medien in Bewegung zu versetzen, ist im Stande, eine Lichtempfindung in uns zu erzeugen.

Gleich der Massenanziehung der Erde und der großen Himmelskörper ist das Licht der Sonne die am weitesten fortgeleitet werden könnende Bewegung, — dort eine Zugbewegung einer Masse sich zusammenziehender, hier eine Stoßbewegung großer Massen sich ausdehnender Atome.

Der Stoß, der von den sich ausdehnenden Atomen leuchtender Massen ausgeübt wird, kann nur von solchen Medien fortgeleitet werden, deren Atome so wenig als möglich Zusammenhangskraft, also eine geringere Zusammenziehungskraft besitzen; — denn ein großes Zusammenhangsvermögen hindert die Atome, sich leicht von der Stelle bewegen zu lassen, was doch der Fall sein muß, wenn sie eine Bewegung von sich zu andern fortzuleiten haben. Jeder einzelne durch die Ausdehnung eines Atoms leuchtender Massen erzeugte Stoß setzt die an jenes angrenzende Atom eines Mediums in eine von dem leuchtenden Körper hinweggerichtete Bewegung, — dieses von der Stelle gerückte Atom bewegt wieder das andere nächstangrenzende Atom, und jedes dem leuchtenden Körper näher gelegene Atom bewegt das entfernter liegende andere Atom, und so alle Atome successive der Reihe nach, die man sich von dem leuchtenden Körper zu dem beleuchteten Körper und zu unserm Auge bestehend denkt. Nach dem Moment der Ausdehnung eines Atoms leuchtender Massen, also in dem Moment der Wiederzusammenziehung desselben, nimmt das von diesem gestoßene, und nehmen die der Reihe nach von dem leuchtenden Körper hinweg in Bewegung versetzten Atome wieder eine rückgängige Bewegung an, so daß der von den Atomen eines leuchtenden Körpers ausgehende Stoß ein aussetzender und sich wiederholender ist, — die Bewegung der fortleitenden Atome, der lichtleitenden Medien eine schwingende, vibrirende, erzitternde ist. Eine undulirende, eine Wellenbewegung ist die Lichtfortleitungsbewegung im eigentlichen Sinne des Wortes nicht, weil die Bewegung einer Welle, z. B. einer Wasser- oder einer Luftwelle die schwankende Bewegung einer Körpermasse, einer zusammenhängenden Menge von Atomen ist, während die Lichtstrahlung nur in einer Bewegung besteht, die von Atom zu Atom

fortgeleitet wird. Die Bewegung, welche von einem leuchtenden Körper ausgeht, wird aber in den lichtleitenden Medien nicht blos in radialer Richtung fortgepflanzt, sondern auch in die Radiallinie quer und schief durchschneidenden Richtungen. Die Atome nemlich, indem sie sich in der Richtung fortbewegen, in welcher sie angestoßen werden, berühren auch, wenn auch mit geringerer Kraft, die seitlich von dieser Richtung liegenden Atome, und diese erhalten eine Bewegungsrichtung wie z. B. nicht voll in ihrem Durchmesser, sondern nur halb oder zum Theil angespielte Billardkugeln. Die Erscheinung der Beugung des Lichtes findet ihre Erklärung darin.

Es würde uns zu weit führen, wollten wir noch von den Störungen in der Fortleitung der Lichtbewegung, welche diese durch die specifische Schwere und die specifische Cohäsionskraft der durchsichtigen Medien erleidet, nemlich von der Lichtbrechung u. a.*) ausführliche Erwähnung thun. Es genügt und lag uns für dießmal nur daran, über das Wesen und die Ursache des Lichtes unsere Ansicht in Kurzem auszusprechen, daß es weder eines von den Körpern separat gedachten Lichtstoffes noch eines solchen Lichtäthers zur Erklärung der Lichterscheinungen bedarf, sondern daß der wägbare Stoff selbst es ist, der leuchtet und Licht leiten kann, wenn er sich in dem Bewegungszustand, nämlich in Atomenausdehnung befindet, in welchem die von seinen Atomen ausgehenden Stöße so feinlinig fort- und zu unsern Augen geleitet werden können, daß sie unsere Sehnerven alle einzeln treffen. Die für uns unmeßbare Kleinheit der Atome des wägbaren Stoffes läßt uns diese zur Lichtleitung fähig, und die Lichtleitung durch die Atome der ponderabilen Körper ermöglicht denken.

München im Januar 1857.

Des Auges Blick.

Zwischen Sehen und Blicken ist ein ähnlicher Unterschied wie zwischen Hören und Sprechen, zwischen Fühlen und Tasten. Taubgeborne sind auch stumm, und an noch nicht lange von Blindheit Befallenen vermißt man den Blick. Sowie aber ein Taubstummer mit Hilfe seines Gesichtssinnes wenn auch mit großer Mühe und

*) S. Anfangsgr. der Physik p. 107—161.

in unvollkommenem Grade seine Sprachwerkzeuge zum Sprechen benützen lernt, so wendet auch ein Blinder seine Augen dem Orte zu, aus welchem zu ihm die Schallwellen eines Sprechenden gelangen.

Das Auge des Amaurotischen gewinnt durch diese zum Theil instinctmäßige zum Theil absichtliche Uebung (denn der an schwarzem Staar Leidende will weder blind sein noch blind gelten) das Ansehen eines Blickenden. Er blickt, obwohl er ganz und gar nichts sieht. Der Blick eines Amaurotischen hat etwas Unheimliches, ich möchte sagen Gespensterhaftes: den Blick eines todten Auges. Das Sprechen ohne Laute oder die Anschauung von sprechenden Personen, welche so weit entfernt sind, daß der Schall ihrer Worte von unsern Ohren nicht gehört werden kann, hat ebenfalls etwas Schattenspielartiges für den daran nicht gewöhnten Beobachter. Der starrende Blick eines in Gedanken Brütenden, eines Menschen, der in innerer Anschauung begriffen, der mit unbeweglich festgestellten Augen zu schauen scheint ohne den Gegenstand zu sehen, auf den seine Augen gerichtet sind, erinnert etwas an den Blick eines Amaurotischen. Sieht Jemand seinen Freund in solcher geistiger Beschauung begriffen, er wird nicht lange die Unheimlichkeit des Anblickes ertragen können, — er wird ihn zum irdischen Erwachen erwecken. Wir sagen von diesem oder jenem Menschen, sein Blick sei leblos, sein Blick sei nicht sprechend. Der Mangel eines sprechenden Blickes läßt die größte Schönheit kalt dem Beobachter vorübergehen, sie spricht nicht an. Hingegen vergißt man die garstigen, unharmonischen Züge eines Mannes oder Mädchens, dessen Augen geistig sprechen oder eine liebliche, lebenslustige, heitere und ergötzende Seele verrathen. Daß die Vorgänge der Seele in den Blicken des Menschen sich ausdrücken, wem ist dies nicht bekannt? Der Spiegel der Seele wird ja das Auge genannt. Der Zorn blitzt aus den Augen, Haß glüht in denselben, Freude und Lust leuchtet aus ihnen. Wodurch gibt sich der Schwärmer mehr kund, als durch seinen Blick, — womit flößt mehr Mitleid der Trauernde ein, als mit seinem Blick? Ruhig blickt die Unschuld umher um Alles, was vorgeht, — unstetig blickend erscheint uns der mit bösem Gewissen Belastete. Wer lesen kann in den Augen eines sterbenden Kindes, möchte glauben, dem Kinde ginge erst das Leben auf, — es ist ein Blick, der Alles auf Einmal sagt, was des Menschen Seele erfüllen kann. Welchem Arzt hat nicht der hilfesuchende Blick von unrettbaren Kranken in

deren letzten Lebensmomenten durch die Seele geschnitten, aus dem Innersten fragend anfangs, — des Heilkünstlers Ohnmacht lesend, — verzweifelnd zuletzt.

Aber nicht ist die Absicht des Schreibers, von des Menschen Blicken hier Bilder zu geben, mehr ist sein Streben, nach der Ursache und der Wirkung des Blickes zu forschen. Dem Physiker eine camera obscura und ein System von lichtbrechenden Medien, und dem Anatomo-Physiologen ein Organ zum Sehen und ein System von Häuten, Zellen und Flüssigkeiten, hat das Auge als blickendes nicht die würdige Beachtung erhalten.

So wie zum Sehen, d. h. zum Empfinden von directen, gebrochenen und reflectirten Lichtstrahlen geeigenschaftet, ist das Auge auch constituirt, daß es eine Wirkung auf seine Außenwelt auszuüben im Stande ist. In diesem seinem activen Verhalten besteht das Wesen seines Blickes. Ist die Netzhaut das Empfindungsorgan für die Lichteindrücke, und die Regenbogenhaut das Sicherheitsventil für das Maß des eindringenden Lichtes, — so sind es die Muskeln des Augapfels, insbesondere die bei ihrer Gesammtthätigkeit den Augapfel zurückziehenden und ihn drückenden geraden Muskeln, welche dem Auge zum Blicke verhelfen. Sie geben die Möglichkeit in ihrer Gesammtwirkung mittelst der Albuginea auf die lichtbrechenden Medien des Auges, auf Glaskörper, Linse und wässerige Feuchtigkeit einen mehr oder minder starken Druck auszuüben. Der Druck erstreckt sich auf die Augenflüssigkeiten von allen Punkten her, wo diese von der Albuginea bedeckt und umgeben sind. Die durchsichtige Hornhaut setzt dem in den Augenflüssigkeiten fortgepflanzten Druck einen Widerstand entgegen, welcher geringer ist als der, welcher von den Augenmuskeln und der undurchsichtigen sehnigen Albuginea ausgeübt wird, — und so wird es die naturgemäße Folge, daß der von den Augapfelmuskeln ausgeübte Druck nicht in der Zusammendrückung der Augenflüssigkeiten sein Endziel hat, sondern daß dieser Druck aus dem Auge heraus der die Hornhaut äußerlich berührenden Luft mitgetheilt wird. Die Richtung, in welcher der Druck durch die Luft, von Atom zu Atom fortgeleitet wird, entspricht der durch die Mitte der Pupille gehenden Augenaxe, und wird ihr Endziel finden an dem Gegenstand, auf welchen der Blick des Auges gerichtet ist. Die Luft gilt mir also ebenso als die gute Leiterin des Blickes des Auges, als sie die Leiterin ist für das Licht, welches in das Auge dringt. Es ist

ein durch die Luft fortgeleiteter Stoß, der in das Auge dringt und die Empfindung des Sehens verursacht, — und es ist wieder ein durch den Druck der Augapfelmuskel auf die Augenflüssigkeiten entstandener Stoß, der aus dem Auge durch die Luft fortgeleitet wird zu dem Gegenstand, den wir anblicken. Auf welch anderm physikalischen Wege ließe sich erklären die zähmende Wirkung, welche der Blick des Menschen auf die Thiere ausübt, wie das Erschrecken des Kindes oder der Mutter, wenn im Zorne der Vater sie anblickt, wie die beseligende Wirkung Geliebter, wenn der Blick des Einen den Augenstern des Andern trifft? Oder sollte etwa die Annahme eines imporderablen Blickstoffes, Blickfluidums oder Blickäthers vernünftiger sein? — Man sagt von einem Menschen, er habe einen durchbohrenden, einen stechenden, — von einem andern, er habe einen sanften, milden, wohlthuenden, — oder einen kecken, oder einen schüchternen ꝛc. ꝛc. Blick. Die derartige Beurtheilung der verschiedenen Blicke däucht mir ist nur der Wirkung zuzuschreiben, welche der Blick irgend eines Menschen auf uns ausübt. Der Blick übt seine größte Wirkung auf uns und Andere aus, wenn der aus dem Auge des Blickenden fortgeleitete Blickstoß eine solche Richtung hat, daß diese durch die Pupille hindurch die Mitte des Auges des Angeblickten trifft. Ein Blick des Menschen voll starken Willens in die Tiefesmitte des Auges eines ungezähmten Thieres kann dieses zähmen; — den bösen oder forschenden Blick eines Andern, wenn er in Eines unserer Augen dringt, halten wir ungerne oder gar nicht aus, er thut uns wehe; — es kann entscheidend für das Uebergewicht der Willensstärke gelten eines Menschen, der des Andern Blick länger aushält, als der zweite den Blick des Erstern. Aber nicht bloß auf das Wohl- und Weheempfinden eines in's Auge von dem Blick eines Andern getroffenen Menschen beschränkt sich die Wirkung des Blickes, — dieser kann möglicher Weise sogar eine weitere Sphäre eingeräumt werden. Es ist mir nicht selten gelungen, daß hochsensitive Menschen, wenn man sie seitlich ins Antlitz anhaltend mit dem Blicke fixirt, anfangen unruhig zu werden, endlich ihr Auge in die Gegend des sie Anblickenden, und zuletzt zu diesem selbst wenden. Sie fanden sich, ohne uns oder unsere auf sie gerichteten Augen zu sehen, durch etwas sie Treffendes, Störendes veranlaßt, dahin zu sehen, woher die Störung kam. Unser Blick wird auch von der Haut empfunden, so dünkt es mir, — und es ist diese Wirkung des Blickes eines Menschen auf den

Andern die Brücke zum Begreifen der Möglichkeit, wie der Gedanke des einen Menschen auf die Gedanken eines Andern wirken könne. Daß aber die Wirkung des Blickes nicht in einer unmittelbaren geistigen Einwirkung bestehe, sondern in einer von Materie wieder zu Materie fortgepflanzten Bewegung, beweiset die Empfindung, welche ein Mensch hat, in dessen Augenmitte der Blick eines andern dringt. Diese Empfindung wird keiner bezweifeln, der sich bewußt ist, wenn er von einem Andern einen Blick ins Auge erhält. Mit materiellem Organ läßt sich auch nur materielle Einwirkung empfinden.

Noch eine Frage: Klingt es nicht wahnsinnig, an die Möglichkeit zu glauben, daß sich ein Stoff vorfinde, der, wie das salpetersaure Silber u. dgl. für die Lichtstrahlen, so für den Stoß, den der Blick auf ihn ausübt, für Blickstrahlen durch eine Form- und Farbenveränderung ein Reagens abgebe? Die Netzhaut eines gesunden menschlichen Auges ist freilich das feinste Reagens für das Licht, für die schwächsten Lichtstrahlen.

München im Februar 1857.

Die Einwirkung des Sonnenlichtes auf unsern Planeten.

Wenn man eine Flaumfeder in freier Luft fallen läßt, so wird sie, ist die Luft windstill, langsam zu Boden fallen. Uebt man auf sie während ihres Fallens von unten einen Stoß aus, z. B. bläset man von unten nach aufwärts gegen sie, so steigt sie wieder in die Höhe, wird im Fallen gehindert. Der Mond würde vermöge seiner Schwere auf die Erde, die Erde auf die Sonne fallen, würde der Anziehungskraft, welche die schwerere Erde auf den leichteren Mond, und der Anziehungskraft, welche die größere Sonne auf die kleinere Erde ausübt, nicht eine andere Kraft entgegenwirken, welche dem beständigen Fallen des Mondes und der Erde beständigen Einhalt thut. Welche ist aber die der Schwerkraft entgegenwirkende andere Kraft?

Die Lichtstrahlen, welche von der Oberfläche der Sonne auf die Erde kommen, bestehen in einer Bewegung, welche ihre Richtung von der Oberfläche der Sonne zu der Erde hat, und sie

üben folgegemäß auf die Erde einen Stoß aus. Es hindert uns nichts, anzunehmen, daß die Summe der Stöße, welche die Erde durch die Lichtstrahlen von der Sonne empfängt, geradezu entgegenwirket der Zugbewegung, welche ihre Richtung von dem Erdmittelpunkt zu dem Mittelpunkt der Sonne hat, und worin die Wirkung der Anziehungskraft der Sonne als der größeren Masse auf die Erde als die kleinere Masse besteht.

Wir wissen ferner, daß die Lichtstrahlen in einem Erzittern, einer Vibrationsbewegung, also einer intermittirenden Stoßbewegung bestehen. Wir können daher annehmen, daß die Erde im Momente des sie durch das Sonnenlicht treffenden Stoßes von der Sonne abgestoßen und in dem Moment, in welchem der Lichtstoß aussetzt, intermittirt, von der Sonne vermöge der Schwerkraft angezogen wird.

In dem Widerstand, den die Sonne dem Fallen der Erde leistet, besteht aber die Totalwirkung der Summe der Lichtstrahlen, welche diese zur Erde sendet. Die Einzelwirkung, oder die Wirkung der einzelnen Lichtschwingungen, welche von der Sonne auf die Erde gelangen, auf die Atome des Erdplaneten ist eine zweite. Die Atmosphäre, so nennt man das Luftmeer, welches die feste Rinde sammt ihren Gewässern umgibt, ist zunächst den Sonnenstrahlen ausgesetzt, — wir wollen von der Wirkung zuerst sprechen, welche das Sonnenlicht auf die Atmosphäre der Erde ausübt. Das Licht verursacht aber in Atomen, welche es stoßend trifft, entweder eine dem Stoß entsprechende lineare Fortbewegung, oder wenn das Atom nicht in der Möglichkeit sich befindet, sich von der Stelle bewegen zu lassen, eine Zusammenziehung, eine Volumsverminderung. In so ferne nun die Luftatome, gehindert durch den Gegendruck der festen Erdrinde, sich von den Sonnenstrahlen nicht von der Stelle bewegen lassen, d. h. in so ferne sie das Licht nicht fortleiten, erleiden sie durch das Sonnenlicht eine Zusammenziehung. Diese Zusammenziehung der Luftatome hat nun zunächst die physikalische Folge, daß die Zwischenräume zwischen den einzelnen Luftatomen leer und größer werden. Absolut leerer Raum kann nicht bestehen, die Luftzwischenräume müssen ausgefüllt werden. Zunächst der festen und tropfbarflüssigen Erdoberfläche werden die Wasseratome derselben genöthiget, in die leer werdenden Luftzwischenräume zu treten, sich auszudehnen, d. i. zu verdampfen und in der Luft emporzusteigen, aus den unteren in die höheren und in die

nach allen Seiten hin sich erweiternden Luftzwischenräume zu dringen. Daß das Aufsteigen der Wasserdämpfe allerorts der Erde stattfindet, ist Jedermann bekannt. Je heiterer und sonnenklarer der Tag, desto mehr erfolgt die Abdampfung, von der wir aber desto weniger sehen, in je größerem Maße sie stattfindet; denn das Wassergas ist völlig durchsichtig. Wenn an heiteren Sommerabenden eben die Sonne untergeht, oder schon an Orten, auf welche große, undurchsichtige Gegenstände, z. B. Bäume oder Berge, Schatten werfen, ist ein Theil der Luftmenge, der nämlich, der beschattet ist, der zusammenziehenden Wirkung der Sonnenstrahlen entzogen. Die beschatteten Luftatome, entzogen der sie zusammenziehenden Kraft, dehnen sich wieder aus, die Zwischenräume zwischen denselben werden wieder kleiner, das in ihnen befindliche Wassergas wird in seiner Räumlichkeit beschränkt, es muß sich zusammenziehen und endlich aus den immer kleiner werdenden Räumen sich entfernen. Wir sehen daher an schönen Sommer- oder Herbstabenden an schattigen Orten Wasserdunst, Nebelhäufchen, oder an den obern Flächen fester Körper, z. B. Holz, Blumen und Laub, Thautropfen angesammelt. Die auf kleineren Raum beschränkten, daher zusammengedrückten, mehr zusammengezogenen und deshalb specifisch schwerer gewordenen Wassergastheilchen, fallen nieder und die dem fallenden Wasserdunst entgegenstehenden Oberflächen der festen Körper, deren Atomenzusammenziehungs- und daher Anziehungs-Vermögen größer ist als das des Wasserdunstes, ziehen diesen an sich, welcher, an rauhen Oberflächen langsamer als auf glatten wieder verdampfend, deßhalb sich an ihnen leichter in Tropfenform ansammeln kann. Das an sonnigen Tagen von der Erdoberfläche in die Luftzwischenräume emporgestiegene Wassergas erscheint, ist das directe Sonnenlicht aus dem Bereich der Atmosphäre verschwunden, als Dunst in dieser. Ist in größerer Menge Wassergas aus der Erdoberfläche in die Luftzwischenräume gestiegen, als bei der Wiederausdehnung der Luftatome bei Nacht zu Dunst zusammengedrücktes Wassergas Platz hat, so fällt der Ueberfluß desselben als Regen wieder zu Boden herab. Ehe aber der Regentropfen, der specifisch schwerer ist als Luft, sich bildet, ziehen die aus den verengerten Luftzwischenräumen verdrängt werdenden Wasserdunsttheilchen (Nebelbläschen) sich gegenseitig an, bilden eine zusammenhängende, wie eine Flaumfeder von der Luft getragene, wie ein Schiff auf dem Wasser so auf der Luft schwimmende Masse, welche

man Wolke nennt. Das Sonnenlicht, welches auf die Wolke scheint, übt auf die Masse derselben ebenfalls eine zusammenziehende Wirkung aus; daher im Sommer und bei Tag die schönen kugelförmigen Wolken, im Winter und bei Nacht die mehr diffuse und zerfließende Form derselben. So wie ein Schiff, das einen Leck bekommt, oder das mit Lasten beladen ist, die schwerer sind, als die Wassermenge, welche es verdrängt, nach dem Archimedes'schen Gesetz sinkt und untergeht, ebenso fällt auch die Wolke oder fallen ihre Theilchen zu Boden, wenn das Gewicht der Wolkenmasse größer ist, als der auf sie allseitig wirkende Gegendruck der Luft.

Es ist nothwendige Folge, daß da, wo und wann die Sonne auf die Erdoberfläche mehr oder weniger scheitelrecht oder länger scheint, die Zusammenziehung der Luftatome, die Erweiterung der Luftzwischenräume und das Verdunsten und Aufsteigen des Wassers der Erdoberfläche bedeutender ist, als an Orten und Zeiten, wo und wann die Sonne in schiefer Richtung und kürzerer Zeit scheint. Jenes ist in den Tropen und zur Sommerzeit der gemäßigten Regionen, dieses in den Polargegenden und zur Winterzeit mehr der Fall. Denken wir uns in dem Luftmeer von dem Südpol der Erde über den Aequator einen Bogen bis zu dem Nordpol jener gezogen, so muß da, wo die Sonne eben im Zenith scheint, die bedeutendste Wasserverdunstung, an den Polen die geringste und in gemäßigten Zonen eine mittelgroße sein. Werden die Luftzwischenräume an den Orten des Zenithstandes der Sonne und in den langen Tagen der übrigen Zonen am größten, kleiner in den gegen die Pole hin gelegenen Zonen und in den kürzeren Tagen, so wird, tritt die Nacht, mit ihr die Wiederausdehnung der Luftatome und die Wiederverkleinerung der Luftzwischenräume ein, ein Theil des Wassergases, welches in den Wendekreisen in die Lufthöhe gestiegen ist, nicht blos in den Aequatorialgegenden selbst als Regen herabfallen, sondern auch in seitlicher Richtung in die Atmosphäre derjenigen Polar-Erdhälfte hineingezogen werden, wo eben Sommer, der Tag länger, die Sonne länger als in den Aequatorialgegenden wirkend, d. i. Luftatome zusammenziehend und die Luftzwischenräume erweiternd ist. In der Sommerjahreshälfte erhalten daher die gegen den entsprechenden Pol hin gelegenen Zonen das in den Aequatorialgegenden verdunstete und in die Luft gestiegene Wasser. Das Herabfallen sowohl der Wassermolecüle als der Wolken von den mehr an den Aequator grenzenden Gegenden zu den von ihm

mehr entfernteren erzeugt diejenigen Ströme in der Luft, die in der nördlichen Erdhälfte als die südwestlichen, in der südlichen Erdhälfte als die nordwestlichen Stürme erscheinen. Anderseits aber muß auch das Wasser, welches in den dem Sonnenzenithstande zunächst und nähergelegenen Gegenden verdunstet, seitlich und von unten in die mehr erweiterten Luftzwischenräume der Sonnenzenithgegend dringen, welcher Umstand in den Gegenden des nördlichen Wendekreises die Nordostpassat- und in den Gegenden des südlichen Wendekreises die Südostpassatwinde erzeugt. In den Gegenden unter dem Sonnenzenithkreise herrscht Windstille.

Je trockner, d. i. je austrocknender die Luft erscheint, desto wassergasreicher wird und ist sie. Die Luftmolecüle sind alsdann am zusammengezogensten. Die Sonne, kann man sagen, macht die Luftatome kalt und die sich zusammenziehende, also erkaltende Luft macht das Wasser und die in ihr befindlichen und sich bewegenden Geschöpfe warm. In den Tropen und im Sommer der gegen die Pole hin gelegenen Zonen wird die Luft kalt und macht warm. An den Polen und im Winter werden die Luftatome nicht oder wenig zusammengezogen, sind ausgedehnt und machen das Wasser und die Geschöpfe kalt.

Die Sonnenstrahlen endlich drittens, welche fortgeleitet durch die Luftatome die Oberfläche der Erde selbst treffen, üben auch auf diese einen zusammenziehenden Einfluß aus. Unter diesem gehen die chemischen Processe der Vegetabilien und Mineralien, und das Leben der Thiere von statten. Bei demjenigen Theil der Erdrinde, welcher mit Wasser bedeckt ist, in den großen Meeren bringt dieser Einfluß unserer Ansicht nach diejenige Wirkung hervor, deren Folgen das Ebben und Fluthen des Meeres genannt werden. Die Physiker und Astronomen schreiben das Fluthen des Meeres der Anziehung der Sonne und des Mondes zu, welche diese Gestirne auf das Wasser des Meeres ausüben. Daß der Mond einen vorzugsweise bestimmenden Einfluß auf die Meeresfluth hat, ist nicht zu bestreiten und geht schon aus dem Umstande hervor, daß das Eintreffen der Fluthwellen an den verschiedensten Meeresufern sich nach der Umlaufszeit des Mondes um die Erde mit Sicherheit im Voraus berechnen läßt. Ob aber die Anziehungskraft des kleineren Mondes auf die größere ihre eigenen Theile selbst an sich anziehende Erde es ist, welches das Fluthen des Meeres hervorbringt, das in Zweifel zu ziehen, wage ich die Un-

bescheidenheit zu begehen, freilich auf die Gefahr hin, verlacht zu werden. Ich wage nemlich auf die Abstoßungskraft der Sonne und des Mondes auf die Erde aufmerksam zu machen, auf die zusammenziehende Wirkung der in einer Stoßbewegung bestehenden Lichtstrahlen, welche die Sonne directe und mittelst Reflexion des Mondes indirecte auf die Erde sendet. Die stärksten Fluthwellen finden nämlich statt bei und nach Vollmond und Neumond, und die schwächsten bei dem ersten und letzten Mondsviertel. Bei Vollmond nun, läßt sich annehmen, unterstützen die von dem Monde auf die Erde reflectirten Lichtstrahlen die (zusammenziehende) Wirkung, welche die Sonnenstrahlen auf das Meer ausüben, und setzen sie bei Nacht fort. Zur Zeit der Quadraturen treffen die von dem Monde auf die Erde reflectirten Lichtstrahlen in einem rechten Winkel mit einem Theil der Lichtstrahlen, welche direct von der Sonne auf die Erde fallen, zusammen. Unter einem solchen rechtwinkeligen Zusammentreffen der Lichtstrahlen werden diese in ihrer Wirkung gestört, werden polarisirt.*) Man kann daher sagen: zur Zeit der Quadraturen stört das Mondlicht die Wirkung der Sonnenstrahlen, hebt sie theilweise auf. Bei dem Neumond aber, wo gar kein von dem Mond reflectirtes Sonnenlicht auf die Erde fällt, wird die Wirkung der directen Sonnenstrahlen auf das Meereswasser nicht gestört. Daher die stärkste Wirkung des Sonnenlichtes auf das Meer bei Vollmond und Neumond, die schwächste bei den Quadraturen. In den zwischen dem Vollmond oder Neumond und den Quadraturen gelegenen Zeiten wird die Wirkung um so schwächer sein, je mehr der Winkel, unter welchem die Mondstrahlen auf die Sonnenstrahlen treffen, sich einem rechten nähert.

Die Zusammenziehung der Wasseratome des Meeres durch die Lichtstrahlen ist nun in den Aequatorialgegenden desselben am stärksten, geringer in den von diesen abseits gegen die Pole hin gelegenen Meeren. Daß nun ein durch die Wassermolecüle fortgepflanzter Zug des Meeres von Nord nach Süd gegen den Erdkreis des Sonnenzenithstandes zum Aequator hin stattfindet, ist nothwendige Folge von der stärkeren Zusammenziehung der Wasseratome der Aequatorialmeere. Der von Süd und Nord nach dem Aequator hingehende Ebbezug des Meerwassers wird schwächer und hört auf mit dem Sinken und Verschwinden der Sonne unter den Horizont

*) S. Anfangsgr. d. Physik p. 148—153.

einer bestimmten Meeresstelle, und in Folge des Abganges der auf das Wasser zusammenziehend wirkenden Lichtstrahlen wird es den zusammengezogenen Wasseratomen des Meeres wieder möglich sich auszudehnen, welches um so stärker und rascher erfolgt, je kräftiger die vorhergegangene Zusammenziehung gewesen. Diese Wiederausdehnung der zusamengezogenen Wasseratome des Meeres und vorzugsweise der Aequatorialmeere veranlaßt nun die Entstehung der von Ost nach West und von dem Aequator nach den Polen hin gehenden Meereswellen, welche bis in die Polarmeere sich fortpflanzend mit dem Namen der Meeresfluth belegt werden. Das täglich zweimalige Erscheinen des Fluthens des Meeres wäre dazu geeignet, unsere oben ausgesprochene Ansicht über die Ursache der Ebbe und Fluth mit einem Schlage zu vernichten, nähme ich nicht Zuflucht zu einer zweiten Unbescheidenheit, nämlich so wie nach Newton die z. B. im Hafen von Tonkin und einigen Stellen von Australien stattfindenden nur einfachen Tag-Fluthen durch eine Interferenzwirkung zweier (angenommener) verschiedener Wellen erklärt werden, begehe ich das Wagniß, anzunehmen, daß die eine und erste der in unsern Meeren stattfindenden täglichen Fluthen der durch Wiederausdehnung der Wasseratome des unter dem Aequator am meisten den Sonnenstrahlen ausgesetzten atlantischen Oceans entstehenden Fluthwelle zuzuschreiben, der Ursprung der zweiten unserer täglichen Fluthen aber in dem indischen Meere zu suchen sei, welche zwischen dem südlichen Afrika und Südamerika in den atlantischen Ocean fortgepflanzt wird.

So hätten wir es versucht, in kurzen und flüchtigen Umrissen die Wirkung der Sonnenstrahlen auf die Erde, als Totalwirkung derselben die Bewegung unsers Planeten, als Molecular- oder Atomenwirkung der Sonne auf der Erdoberfläche die Hauptvorgänge in der Atmosphäre, im Meere und auf dem Festland anzudeuten. Daß nur eine und dieselbe Kraft in dem Weltall herrsche, wie man nach dem Gesetz der allgemeinen Schwere anzunehmen gewohnt ist, — widerspricht jedem Vorgang im Kleinen der Natur, hier stoßen wir immer auf zwei Kräfte, auf Anziehung und Abstoßung; — warum sollte im Großen nur die eine Kraft mächtig sein? Worin aber Anziehung und Abstoßung bestehen, haben wir in unserem ersten Briefe zu erklären gesucht.

München im März 1857.

Laplace's Hypothese über den Ursprung unsers Planetensystems.

Alle bis jetzt entdeckten Planeten und deren Satelliten bewegen sich bekanntlich in Ein und derselben Richtung von West nach Ost um die Sonne. Von denjenigen Planeten, deren tägliche Umdrehung durch die Beobachtung bekannt ist, wissen wir ebenfalls, daß sie von West nach Ost rotiren, und ebenso, daß selbst die Sonne sich in dieser Richtung (scheinbar für uns Erdenbewohner in entgegengesetzter) um ihre Axe drehet. Diese Uebereinstimmung in der Richtung der jährlichen und täglichen Bewegungen der Sonne, der Planeten und deren Monde, die geringe Excentricität und die ebenfalls sehr kleine Neigung ihrer Bahnen scheinen auf eine unser ganzes Planetensystem umfassende gemeinschaftliche Kraft zu deuten, die bei dem Entstehen dieses Systems wirksam gewesen sein muß. Auf diese drei allen Planeten zukommende Eigenschaften gründete nun Laplace seine Hypothese über die Entstehung unseres Planetensystems. Die Ursache, die jene drei Erscheinungen hervorbrachte, welche sie auch gewesen sein mag, legt er in eine anfänglich vielleicht bloß luftförmig flüssige Masse von einer Ausdehnung, welche wahrscheinlich weit über die jetzigen Grenzen des von der Sonne entferntesten Planeten hinausreichte. Den Kern derselben bildete die Sonnenmasse, und die Masse, aus welcher die Planeten entstanden, die Atmosphäre der Sonne. Ihrer ursprünglichen Ausdehnung entsprechend mußte diese Atmosphäre auch eine außerordentlich große Hitze besessen haben, und hat sich in Folge ihrer Abkühlung bis auf die gegenwärtige Grenze unsers Planetensystems zurückgezogen. Wenn nun der Kern dieser Masse eine Rotation um sich selbst hatte, so mußte an derselben nothwendigerweise auch ihre Atmosphäre, also die Planetenmasse, Theil nehmen. Nachdem nun die große Hitze an den Grenzen der Atmosphäre aus dieser entflohen, mußte dadurch eine Trennung der Atmosphäre in einzelne Schichten stattfinden, deren Bestandtheile sich wie zuvor so auch jetzt noch um die Sonne, ihren Kern, bewegten. War ferners irgendwo in diesen Schichten eine dichtere Partie der Masse vorhanden, so hätte diese nach und nach die benachbarten Theile derselben Schichte an sich gezogen, und es hätte sich sofort ein Planet daraus gebildet.

Da ferner die von der Sonne entfernteren Theile eines auf diese Weise entstandenen Planeten wegen der Rotation des ganzen

Sonnenkörpers eine größere Geschwindigkeit hatten, als die dem Kerne nähern Theile, so mußte hieraus auch eine Rotation dieser Planeten um ihre eigene Axe und zwar in der Richtung der jährlichen Bewegung folgen, wodurch die gemeinschaftliche Richtung der täglichen Rotation der Planeten auf eine sehr einfache Weise erklärt wäre.

Diese Planeten, die aus der Verdichtung der benachbarten Theile einer Schichte der sogenannten Sonnenatmosphäre entstanden, mußten anfangs, wo die ihrem Innern zukommende Temperatur noch immer sehr hoch gewesen sein mag, einen viel größern Raum eingenommen, und sich, wie vorher die Sonnenatmosphäre selbst, durch allmählige Abkühlung zu einem dichtern Kern mit einer eigenen Dunsthülle ausgebildet haben, — wo dann die allmählige Abkühlung der äußersten Schichte dieser Planetenatmosphäre ganz auf dieselbe Art die Satelliten hätte erzeuget, wie oben die Planeten selbst aus der Sonnenatmosphäre erzeugt worden wären.

Bei der Absonderung der sich allmählig abkühlenden Schichte von der übrigen inneren Atmosphäre der Sonne mußte die Masse, aus welcher die Schichte bestanden, durch die Rotation der Sonne gegen den Aequator derselben hingetrieben werden, wodurch die oben erwähnte Erscheinung erklärt wäre, daß nämlich die Bahnen fast aller Planeten nur in der Nähe des Sonnenäquators angetroffen werden, oder daß die Neigungen sämmtlicher gegen die Ebene dieses Aequators sehr klein sind.

Wenn die äußere sich abkühlende Atmosphärenschichte auf Eine für alle Theile der Masse gleichmäßige Art zu dem Aequator eines Kernes herabsinkt, ohne sich in einzelne Partien zu trennen, so wird ein sich consolidirender Ring um den Kern entstehen. Ist der Vorgang nicht ganz regelmäßig, so trennt sich partienweise die Masse des Ringes, und es entstehen mehrere einzelne Massen. Letzteres muß der Fall bei der Entstehung der Planeten und der einzelnen Monde, ersteres bei Entstehung des Saturnusringes gewesen sein. (Diese Entstehungsart kann durch ein von Plateau in Genf erfundenes physikalisches Experiment figürlich dargestellt werden, indem eine Mischung von Weingeist und Wasser, welcher Oel von gleicher Dichte beigegossen ist, in Rotation versetzt wird).

Gegen diese Laplace'sche, ursprüngliche Kant'sche Hypothese gelten als Haupteinwürfe, daß die unregelmäßigen mit der Bewegung der Planeten nicht übereinstimmenden Bewegungsbahnen der

vielen Kometen sich durch sie nicht erklären lassen, und zweitens ließe sich nicht erklären, warum die Sonne, wenn sie, Planeten und Satelliten aus einer ursprünglichen Masse entstanden wären, allein nur die selbstleuchtende Eigenschaft besitze. Letzterer Einwurf hängt wohl mit der Annahme der Unveränderlichkeit der Materie zusammen. Bei eben dieser Annahme müßte man auch annehmen, daß unsere Erde aus mehr den 60 Elementar- und also Urstoffen gebildet worden sei.

Da die Erde selbst Brennstoffe besitzt, welche unter gegebenen Bedingungen leuchten, ist es denn hiebei so unbefriedigend mit Herschel anzunehmen, daß die Sonne an ihrer Oberfläche einen unermeßlichen Heerd von Verbrennungsstoffen besitze, welche von ihr aus das Licht verbreiten?

Sei es uns erlaubt, einen Versuch zu wagen, gestützt auf die Veränderlichkeit des Stoffes und unter Zugrundelegung unserer früher über die Kräfte des Stoffes bekannt gegebenen Ansichten die Laplace'sche Hypothese zu modificiren.

Laplace giebt der Kraft, welche die ursprüngliche Masse, aus der unser Planetensystem entstanden, in Rotation versetzte, keinen Namen, — welche sie auch gewesen sein mag, spricht er von ihr. Wir haben dem Stoff die beiden Urkräfte der Zusammenziehung und Ausdehnung vindicirt, und nehmen an, daß sie dem Stoff von ihrem göttlichen Schöpfer als etwas mit jenem nicht zu trennendes gegeben worden seien, aus ihnen die übrigen Kräfte, die wir bis jetzt kennen, sich entwickelt hätten, und durch sie je nach ihrem proportionellen Verhältniß und ihrer Potenz der Stoff seine Veränderlichkeit und Verschiedenheit erlangt habe.

Denken wir uns die Masse, aus welche unser Planetensystem mit der Sonne entstanden, als ein durch Zusammenziehung sowohl ihres Ganzen als ihrer kleinsten Theilchen von der Weltmasse losgetrennte Masse, so müssen wir einen Punkt in derselben annehmen, welcher den Mittelpunkt der Anziehung für alle Theilchen der ganzen Masse abgegeben. Dieser Punkt, an dem sich später die Sonne auszubilden hat, ist zugleich der Mittelpunkt der Schwere und der Zusammenhangskraft aller Theilchen der Totalmasse. Durch die Zusammenziehung (Contraction) hat unser Planetensystem sich einen Platz im Weltall fixirt.

Aus diesem Zustand der Ruhestellung tritt dasselbe, sobald die der geschehenen Insichzusammenziehung nothwendig folgende Aus-

dehnung der Totalmasse und ihrer einzelnen Theilchen eintritt. Sowie durch den Act der Zusammenziehung alle Molecüle der Totalmasse unsers Planetensystems eine gegenseitige Anziehung, eine Cohäsion erlangt hatten, ebenso tritt bei dem Acte der Ausdehnung das Gegentheil ein, nämlich alle Molecüle der Masse des Planetensystems gewinnen eine gegenseitige Abstoßungskraft. Nach dem Acte der ersten Ausdehnung der Totalmasse unsers Planetensystems sowohl als seiner Theilchen, befinden sich die einzelnen Theilchen in der Möglichkeit, sich von einander zu trennen. Folgt nun dem Ausdehnungsacte, wie nothwendig, eine zweite Contraction der Totalmasse und ihrer Theilchen, so ist die Möglichkeit gegeben, daß nicht blos an Einem Punkte wie bei dem ersten Zusammenziehungs-Acte an der Sonnenstelle, sondern an mehreren Punkten Anziehungsheerde entstehen. Es wäre nämlich anzunehmen, daß in gewissen Entfernungen von der Sonnenstelle die Anziehungskraft des an der Sonnenstelle befindlichen Centralatomes oder der zuerst gebildeten Centralmasse nicht so stark, weil entfernter, auf die von der Sonnenstelle entfernteren Massentheilchen wirkte, als die Massentheilchen durch ihre eigene Zusammenziehung selbst einander sich anzuziehen vermögen, als nämlich ihre gewonnene Cohäsionskraft stark wäre. Wir könnten nun für den dortmaligen Stand der ursprünglichen Masse unsers Planetensystems, deren Ganzes wir uns in Kugelform vorstellten, eben so viele (zwiebel- oder schaalenartig aufeinander gelegte) Kugelschichten uns denken, als wir gegenwärtig Planetenschichten kennen, als: die Kugelschichten des Mercur, der Venus, der Erde, des Mars, der Asteroiden, des Jupiter, des Saturn und des Neptun. Als Kern der ganzen Kugel denken wir uns die Sonnenschichte. Denken wir uns nun in den neun planetaren Kugelschichten, deren Cohäsion wir stärker annehmen als die Anziehung, die sie von der Kernschicht, der Sonne, zu erleiden haben, wieder einzelne Stellen, wo die Zusammenziehungskraft einzelner Massentheilchen größer wäre, als die übrigen in derselben Schicht, — so ließen wir auf diese Weise eben so viele Anziehungs- oder Contractionsheerde entstehen. In der planetaren Kugelschicht der Asteroiden haben sich mehrere solche Anziehungsheerde gebildet, — in ihr kreisen unsers Wissens dermalen 44 kleine Planeten —; — in den übrigen planetaren Kugelschichten hat sich nur je Ein Anziehungsheerd gebildet, in ihnen kreiset nur immer je Ein Planet. Diese Planeten haben nun ihren Ursprung in dem auf den ersten

Ausdehnungsact der Totalmasse folgenden Wiederzusammenziehungsacte gefunden.

Der Akt der Ausdehnung hat aber noch eine andere Wirkung gehabt. Wir können uns so wenig, als wie, daß ein und derselbe Raum zu ein und derselben Zeit von zwei Körpern zugleich eingenommen wird, auch nicht eine nach allen Punkten der Peripherie gerichtete, zugleich stattfindende Ausdehnung eines materiellen Punktes denken. Es ist uns nur ein succesives Ausdehnen nach allen verschiedenen Richtungen denkbar, ein Zugleich in der Zeit ist für uns nicht denkbar, es ist nicht in der Zeit, nur in der Ewigkeit möglich. Dehnt sich aber ein materieller Punkt nach der Einen Richtung zuerst aus, dann succesive nach den übrigen anderen Richtungen, so ist es für den sich ausdehnenden materiellen Punkt nothwendige Folge, daß er nach der Seite, wo die Ausdehnung später erfolgt als an der andern, sich im Kreise drehet, daß er rotiret. Es besteht ja in dem Momente der Ausdehnung nach der ersten und den zunächst folgenden Richtungen an dieser Seite noch die Zusammenziehung, die entstehende Peripherie des materiellen Punktes wird von diesem, oder vielmehr seiner Mitte angezogen. Es ist mit der ersten Ausdehnung seine Rotationsaxe gefunden. Ist nun in dem Einen Moment nach irgend einer Richtung von dem Centrum des materiellen Punktes die Ausdehnung erfolgt, in einem zweiten Moment eine Ausdehnung an der linken Seite z. B. der ersten Ausdehnungsrichtung die zweite gefolgt, dieser zur linken in einem dritten Zeitmomente eine dritte, und so fort, immer links von der im vorhergehenden Moment geschehenen Ausdehnungsstelle die stets folgende Ausdehnung gefolgt: so muß sich der materielle Punkt nach rechts, wo die Ausdehnung vorerst noch nicht erfolgt ist, sondern zuletzt eintritt, drehen, rotiren. Hat sich nun die ursprüngliche Totalmasse unseres Planetensystems im ersten Zeitmomente nach irgend einer Richtung ausgedehnt, und in einem zweiten Zeitmomente westlich von der ersten Richtung, und so fort successive immer an der westlichen Seite der ersten ausgedehnt, so müssen sich auch alle Massentheilchen der Totalmasse nach derselben Richtung wie diese als Ganzes in dem ersten, und nach denselben Richtungen in den folgenden Zeitmomenten ausgedehnt haben. Es erfolgt daher nicht nur eine Rotirung nach Osten der ganzen Totalmasse als eines Ganzen, sondern auch übereinstimmend mit ihr Rotirungen nach Osten aller Massentheilchen. Es ist

somit leicht einzusehen, daß sich alle in den verschiedenen planetaren Kugelschichten sich concentrirenden Massen, die Planeten sowie die Sonne, nach derselben Richtung um ihre eigene Axen drehen, wie die Totalmasse als Ganzes sich um ihre Centralaxe drehet.

Die Drehung der Sonne sowohl als die der Planeten um ihre eigenen Axen hat nun ihren Grund in der Ausdehnung der das Centrum bildenden Molecülen. Die Kreisbewegung der Sonne um ihre Bahn und der Planeten um die Sonne hat ihren Grund in der Ausdehnung der ursprünglichen Totalmasse unseres Planetensystemes als eines Ganzen. Während dieser Bewegung ziehen die verschiedenen Anziehungsheerde, der Sonne nämlich und der Planeten, die in ihren entsprechenden Schichten befindlichen Massentheilchen an sich, sie werden größer, wachsen. An den Grenzen zweier Schichten muß die Differenz der Stärke der Cohäsionskraft der Sonne und des ihr nächsten Planeten, oder je zweier Nachbarsplaneten gleich Null geworden sein. Jenseits der Grenze haben die Molecüle ihren Zusammenhang mit dem jenseitigen Planetenkern oder der Sonne, diesseits der Grenze haben die Molecüle ihren Zusammenhang mit dem diesseitigen Planetenkern gewonnen. Je relativ oder absolut stärker die Anziehungskraft der einzelnen Planetenkerne oder des Sonnenkerns ist oder vermöge der Vergrößerung ihrer Masse im Verlaufe der Zeit geworden ist, desto größer muß die Zahl der angezogenen Massentheilchen dieser einzelnen Gestirne sein. Wenn wir das Gewicht der Erde als Gewichtseinheit betrachten, so würde bekanntlich die Sonne 360,000 Mal mehr als die Erde wiegen. Von den zwischen der Sonne und der Erde kreisenden Planeten wiegt Merkur, der Sonne am nächsten, nur den sechsten Theil der Erde, und Venus neun Zehntel des Gewichts der Erde. Mars wiegt nur Ein Zehntel, während von den der Sonne entfernteren sogenannten oberen Planeten der größte, Jupiter, 340 Mal mehr, Saturn 93, Uranus 17 und der von der Sonne entferntesten, Neptun, 19 Mal mehr als die Erde wiegt. Wir nehmen also an, daß die absolute Massentheilchenanziehungskraft der Sonne 360,000 Mal, die des Jupiters 340 Mal, des Saturn 93, des Neptun 19 und des Uranus 17 Mal größer, als die der Erde, hingegen jene der Venus um Ein Zehntel, jene des Mercur um $^5/_6$ und jene des Mars um $^9/_{10}$ kleiner war und ist als die der Erde. Wenn man dieß und noch ferners erwägt, daß die Erde nur der $^1/_{1300000}$. Theil des Raumes von der Sonne,

und daß alle Planeten sammt ihren Satelliten unsers Planetensystems in Summa nur etwa den 1/560. Theil des Raumes, den die Sonne einnimmt, einnehmen, so läßt sich schon daraus entnehmen, daß die Sonne durch die Contractions- und Ausdehnungsthätigkeit ihrer Molecüle einen überaus überwiegenden Einfluß auf die zu ihr so klein sich verhaltenden Planetenmassen ausüben muß, und daß der gegentheilige Einfluß der Molecülarcontraction und Expansion der Planeten auf die Sonnenmasse der Nichtigkeit nahe kommt. Die (auf der Molecülarcontraction beruhende) größere Anziehungskraft der Sonne den einzelnen Planetenmassen gegenüber ist bekannt, — sie ist ja der Grund, daß die Planeten um die Sonne beständig ihre Bahn nehmen. Was ist aber der Einfluß der Sonnenmasse auf die einzelnen Planetenmassen, wenn die Massentheilchen der Sonne sich in Ausdehnungsthätigkeit befinden? Sie muß nach unsern Grundideen eine abstossende Wirkung auf die Planeten ausüben.

Da wir das Leuchten*) der Körper in eine bedeutende Ausdehnung ihrer Molecüle legten, so ist nach unserm Dafürhalten das Licht der Sonne in dem Ausdehnungsact der Sonnenmolecüle gelegen. Würden wir nun auch annehmen, daß die Masse der Planeten durch die Einwirkung der Sonne keine Veränderung erlitten (was nicht wahr sein kann), so würde die übermäßige Größe und Masse der Sonne im Vergleiche zu den einzelnen Planeten schon ein hinreichender Grund sein, das Leuchten der einzelnen Planeten gegenüber dem Lichte der Sonne als beinahe Null zu betrachten. Nun ist aber die Wirkung, welche das Sonnenlicht auf die Planetenmassen ausübt, ebenfalls in Rechnung zu bringen. Das Sonnenlicht verursacht nach unsern vorhergegangenen Auseinandersetzungen in erster Reihe eine directe Zusammenziehung der Molecüle der Erde und so auch wahrscheinlich aller Planeten, — vermindert also die Ausdehnungsthätigkeit und daher die Leuchtkraft derselben. Ich dächte, dieß in Erwägung gezogen möchte den Zweifel und den Einwurf beseitigen, welchen man gegen die Laplace'sche Hypothese über die Entstehung unsers Planetensystems gemacht hat, nämlich daß nicht zu erklären sei, warum, wenn Sonne und Planeten aus Einem Urstoff entstanden wären, die Sonne allein leuchtet, warum die Planeten nicht leuchten. Das aus irdischen Kör-

*) S. Anfangsgr. der Physik p. 109 u. 110.

pern unter gewissen Bedingungen sich entwickelnde Licht und vor allem das von der Sonne unabhängige Polarlicht hat man dabei nicht in Rechnung gebracht. Daß die Anziehung der Sonne in die Ferne die Ursache der Bewegung der Planeten um jene ist, ist allgemein angenommen; — daß die Abstoßungskraft, wir sagen das Leuchten der Sonne auch einen Totaleinfluß auf die Planeten ausüben muß, ist nicht eine erwogene Sache. Wir sagten in unserm vorhergehenden Briefe, daß die Sonnenstrahlen der Grund seien, daß unser Planet der Anziehungskraft der Sonne folgend nicht gänzlich und endlich auf sie fallen könne. Wir können nicht umhin, zu wiederholen, daß das Sonnenlicht der Grund auch ist, daß die Molecüle der Erde, und vermuthungsweise auch der übrigen Planeten, diejenige Beschaffenheit erhalten haben, die ihnen eben jetzt eigen ist, daß das Sonnenlicht die Bedingung aller Vegetation und alles Lebens auf jenen ist.

Ein weiterer Einwurf gegen die Laplace'sche Hypothese möchte auch dieser sein, daß nicht zu erklären, warum sowohl die Rotations- als die Kreislaufsgeschwindigkeit der Sonne und der verschiedenen Planeten nicht dieselbe, warum sie eine verschiedene ist. Sei es nun erlaubt, eine Erklärung hierüber zu versuchen. Die Bewegung der Planeten in einem Kreise, oder einer einem Kreise nahe kommenden Ellipse um die Sonne, hat ihren Grund einestheils in der Anziehung und Abstoßung, die sie von der Sonne erleiden, anderntheils in der Rotationsbewegung der Planeten. In dem einen Zeitmomente wird ein Planet von der Sonne angezogen und, wie wir früher sagten, in dem andern Zeitmomente von ihr abgestoßen. Würden Sonne und Planet ruhende oder fixirte Körper sein, die sich nicht um ihre eigene Axe drehten, so würde bei ihnen auch keine Kreisbewegung um die Sonne Statt haben, es würde die Bewegung des Planeten in einem geradlinigen abwechselnden Annähern an die Sonne und Entfernung von der Sonne bestehen. Nun aber dreht sich die Sonne um ihre Axe. Diese Umdrehung ist aber, wie wir oben erläuterten, durch ihre Ausdehnung, die nach allen Richtungen nicht zugleich denkbar ist, bedingt. Während der einseitigen Ausdehnung verändert die Sonne fortwährend ihren eigenen Mittel- und Schwerpunkt, und sucht ihn während der Umdrehung. Ist aber der Schwerpunkt der Sonne in jedem Zeittheilchen ein anderer, so verrückt nicht nur die Sonne in jedem Zeitmomente ihre Stelle, sondern es muß auch die Richtung der

verticalen Linie, in welcher der Planet mit seinem Mittel- oder Schwerpunkt von dem Mittel- oder Schwerpunkt der Sonne angezogen wird, in jedem folgenden Zeittheilchen ein anderer fortgerückter sein. Die Sonne dreht sich in der Richtung von West nach Ost um ihre Axe, sie sucht und verrückt ihren Mittel- und Schwerpunkt stets im und nach Osten, die Anziehungslinie zwischen Sonne und einem Planeten verrückt sich folglich in jedem folgenden Zeitmomente auch nach Osten und dieß ist der Grund, daß die Planeten in einem Kreise von West nach Ost sich bewegen.

Die Geschwindigkeit der Bewegung eines Planeten um die Sonne hängt von der Geschwindigkeit seines Fallens ab. Die Fallgeschwindigkeit aber ist wieder abhängig: 1) von der Nähe an dem Punkte der Anziehungskraft, hier der Sonne; 2) von der specifischen Schwere des fallenden Körpers, und 3) von dem kleinen Umfang des fallenden Körpers, auf welchen die Widerstandskraft, hier die Sonnenstrahlen Einwirkung hat. Es ist uns daher sehr einleuchtend, daß der Planet Merkur, welcher der Sonne, von ihr 8,004,000 deutsche Meilen entfernt, am nächsten ist, unter allen Planeten die größte Dichtigkeit besitzt (er ist viermal dichter, also specifisch schwerer als unsere Erde, hat das specifische Gewicht des Goldes*) und nur $^1/_{25}$ Theil so groß als die Erde ist, die schnellste Bewegung um die Sonne macht, nämlich in Einer Secunde $6^7/_{10}$ deutsche Meilen durchläuft. Die Venus, von der Sonne 15,000,000 deutsche Meilen entfernt, $1^1/_{10}$mal dichter als die Erde und von einem Volumen, welches nur $^8/_{10}$ des Volumens der Erde ausmacht, durchläuft in Einer Secunde $4^9/_{10}$ deutsche Meilen von ihrer Bahn um die Sonne. Die Erde, 21,000,000 deutsche Meilen von der Sonne entfernt, von einem Volumen von 2,659,000,000 deutschen Cubikmeilen und fünfmal dichter und schwerer als Wasser, macht $4^7/_{10}$ deutsche Meilen in Einer Secunde auf ihrer Bahn. Der Mars, 32,000,000 deutsche Meilen von der Sonne entfernt, welcher nur $^7/_{10}$ von der Dichtigkeit und nur den fünften Theil des Volums der Erde besitzt, macht $3\,^2/_5$ deutsche Meilen in der Secunde. Der Jupiter, von der Sonne 108,500,000 deutsche Meilen ent-

*) Nach neuern Angaben ist die Dichtigkeit des Mercur im Verhältniß zu Wasser = 6,7, — die der Venus = 5,0, — des Mars 5,3, — der Sonne = 1,38, — des Jupiter = 1,25, — des Saturn = 0,72, — des Uranus = 0,92, wenn Wasser = 1 ist.

fernt, besitzt nur den vierten Theil der Dichtigkeit der Erde, aber zugleich ein Volumen, welches 1333mal größer ist, als das der Erde, macht nur 1⁷/₁₀ deutsche Meilen in Einer Secunde. Der Saturn, von der Sonne 200,000,000 deutsche Meilen entfernt, besitzt nur den zehnten Theil der Dichtigkeit der Erde und ein 928mal größeres Volumen als diese, durchlauft 1³/₁₀ deutsche Meilen in der Secunde. Uranus macht nur 1 deutsche Meile und Neptun nur beinahe ¾ deutsche Meilen in der Secunde.

Anders verhält es sich mit der Geschwindigkeit der Rotation. Diese hängt von der Ausdehnungsgeschwindigkeit des rotirenden Körpers ab. Ein Körper, der sich in einer gewissen Zeit mehr ausdehnt, dreht sich auch schneller um seine eigene Axe als ein anderer Körper mit geringerer Ausdehnungsthätigkeit. Während nun die größere Geschwindigkeit der Umlaufsbewegung eines Planeten um die Sonne von seiner größeren specifischen Schwere, seinem geringeren Umfang und seiner geringern Entfernung von der Sonne abhängig ist, scheint die Rotationsgeschwindigkeit der Planeten von der geringeren Dichtigkeit oder der geringeren specifischen Schwere ihrer Massen, von der geringern Contractions- oder größern Ausdehnungsthätigkeit abhängig zu sein. Die Sonne, von einer specifischen Schwere oder Dichtigkeit, welche nur den vierten Theil jener der Erde beträgt, aber einen Durchmesser von 192,600 deutschen Meilen hat, braucht 25⅓ Tag zu der Vollendung ihrer einmaligen Umdrehung um ihre eigene Axe. Die Erde, von einem beinahe 1719 deutschen Meilen großen Durchmesser, hat zu ihrer einmaligen Umdrehung nur 24 Stunden allbekanntlich vonnöthen. Der Merkur, von einem 600 deutsche Meilen langen Durchmesser, braucht beinahe 24 Stunden, der Mars, von einem 1000 deutschen Meilen langen Durchmesser, etwas mehr als 24 Stunden, und die Venus, von einem 1678 deutschen Meilen großen Durchmesser, etwas weniger als 24 Stunden zur Umdrehung um die eigene Axe; — während Jupiter, von einem 19,980 deutschen Meilen langen Durchmesser, nur etwa beinahe neun Stunden und der Saturn, von einem 16,290 deutschen Meilen langen Durchmesser, nur 10½ Stunden dazu bedürfen.

Die Trabanten der Planeten drehen sich im eigentlichen Sinne des Wortes nicht um ihre eigene Axe, — ihre Umdrehung vollendet sich und fällt mit ihrer Umkreisung um ihren respectiven Planeten zusammen. Unser Mond wendet uns an jeder Stelle seiner

Bahn immer dasselbe Gesicht, dieselbe Halbseite zu, bald ganz, bald zum Theil, bald nicht von der Sonne beleuchtet. Er besitzt keine Atmosphäre, hat kein Wasser, nur trockene Berge und Thäler kann man mit dem Fernglase an ihm erkennen. Im Monde scheint keine Ausdehnungsthätigkeit stattzufinden, keine Verdunstung; — er scheint nur in Contractionsthätigkeit seit seinem Entstehen verharrt zu haben. Die Monde sind aber auch statt Einer mächtigen zweien Anziehungskräften ihrer respectiven Planeten und der Sonne, unterlegen. Stärker von ihren Planeten, als den ihnen zunächst liegenden größern Massen, denn von der entferntern Sonne angezogen, wirkt letztere auf die Monde als Tangential- oder Centrifugalkraft, während sich die Anziehung der respectiven Planeten als Centripetalkraft zu ihrer Kreisbewegung um die Planeten verhält. Aber auch bei ihnen scheinen dem tiefern Fallen auf ihre Planeten oder auf die Sonne die directen Lichtstrahlen letzterer, und die von jenen auf sie reflectirten Sonnenstrahlen entgegenzuwirken. Durch ihr vorzugsweises Contractionsbestreben scheinen sie sich aus der Atmosphäre ihrer respectiven Planeten gebildet zu haben, die ursprünglichen Molecülar-Zusammenziehungsheerde, aus denen sie hervorgegangen, unterlagen aber sogleich statt einer, zweien von und nach verschiedenen Richtungen wirkenden Anziehungs- und Abstoßungskräften, der Planeten nämlich und der Sonne, und waren dadurch in einer weitern Fortentwicklung ihrer Molecülarmassen gehemmt. Auf ihnen kann daher keine Spur irgend eines vegetabilischen oder animalischen Lebens sein.

Die hyperbolischen oder parabolischen Bahnen der Kometen, deren Ebene die Bahnen der Sonne, der Planeten und Monde nach jeder Richtung quer durchschneiden, bilden ein Hinderniß, ihre Entstehung durch die bei der Entstehung der Sonne, Planeten und Monde einheitlich wirkende Kraft auch aus derselben ursprünglichen Masse anzunehmen. Von den 500 Kometen, deren Beobachtung aufgezeichnet sich findet, sind acht nur nach einem größern Zeitraum (von 76—3³/₁₀ Jahren) wiederkehrende. Diejenigen, welche in dem Raum unsers Planetensystems ihren Umlauf vollenden, scheinen es zu sein, welche mit dem Laufe der Planeten von West nach Ost am meisten übereinstimmen, und dadurch ihre Entstehung in dem Raum unsers Planetensystems beurkunden möchten. Diejenigen, deren Lauf sich in der von Ost nach West gehenden Richtung kund gibt, könnte man vermuthen, haben ihre Entstehung vielleicht in

andern außerhalb der Grenze unsers Planetensystems befindlichen Sonnenreichen erhalten.

Die Kometen, deren Anzahl man nach Wahrscheinlichkeit auf hunderttausende und mehr berechnet hat, und deren Kern so dünnflüssig ist, daß man eben hinter ihnen stehende Fixsterne durch ihn ohne bemerkbare Lichtbrechung durchscheinen sah, scheinen für das Planetensystem dieselbe geringe Bedeutung zu haben, als wie die Sternschnuppen an der Grenze, bis wohin die Anziehungskraft oder die Schwere unserer Erde hinreicht. Sind sie vielleicht Contractionsgebilde aus der ursprünglichen Planetenmasse in den polaren Regionen derselben, deren Zusammenhangskraft nicht überwogen wurde von der entfernteren Anziehungskraft der sich in den Aequatorialregionen der ursprünglichen Totalmasse unsers Planetensystems gebildet habenden Planeten? Der polare Ort ihrer Entstehung giebt auch der Bahn ihres Laufes während ihrer Anziehung und Abstoßung durch die Sonne die ihr eigenthümliche hyperbolische oder parabolische Beschaffenheit und die bedeutend größere Neigung der Ebenen derselben zu der Ekliptik, in welcher die Planeten sich bewegen.

Somit dünkt es uns, daß die Einwürfe, welche man gegen die Hypothese von Laplace über die Entstehung unseres Planetensystems zu machen gewöhnt ist, nicht von der Wichtigkeit sind, daß durch sie der Wahrscheinlichkeit der Laplace'schen Annahmen besonderer Eintrag geschehe.

München im Mai 1857.

Das Polarlicht.

Die Polarlichter, deren Beschreibung hinlänglich bekannt*), werden am häufigsten in der Nähe der Polarkreise, sowohl des nördlichen als des südlichen, beobachtet, dort Nord-, hier Südlichter genannt. Sind dieselben von bedeutenderer Ausdehnung oder größerer Intensität, so kommen sie auch in von den Polen entfernteren Gegenden, gewöhnlich zur Nachtszeit, ausnahmsweise auch bei Tage noch, zur Beobachtung. Die letzten größeren in Deutschland gesehenen Nordlichter, waren die vom 7. Januar 1831 und vom 18. October 1836. Eine merkwürdige Thatsache ist es, daß Nord-

*) S. A. v. Humboldt's Kosmos 13. I. S. 199.

und Südlichte manchmal zu gleicher Zeit erscheinen, d. i., daß zu gleicher Zeit sowohl auf der nördlichen als südlichen Halbkugel in von dem Aequator entfernteren Gegenden Polarlichter gesehen werden. Es ist ebenfalls hinlänglich bekannt, daß bei Erscheinen von Polarlichtern die Magnetnadel stärker und schneller oscillirt. Die im magnetischen Meridian zu sehenden beweglichen vom Violetten und bläulich Weißen durch alle Farbenabstufungen in das Grüne und Purpurrothe spielenden Strahlen eines Polarlichtes haben große Aehnlichkeit mit dem electrischen Lichte. Ein eigenthümliches Geräusch, welches Beobachter im Norden während bedeutender Nordlichter vernommen haben wollen, ist als etwas diesem Phänomen selbst angehöriges oder von ihm ausgehendes noch nicht hinlänglich constatirt worden. A. v. Humboldt nannte das Polarlicht ein magnetisches Gewitter, das magnetische Leuchten desselben mit dem Blitze und Wetterleuchten vergleichend. Daß das Polarlicht kein Reflexlicht ist, hat Biot dargethan, weil es sich nicht polarisiren läßt, wie dieß bei einem reflectirten Lichte der Fall sein müßte. Das Polarlicht stammt also von einer selbstleuchtenden Quelle her. Aber welche ist diese?

Wollen wir uns zuerst mit der Antwort der Frage beschäftigen, was ist das elektrische Licht?*) Uns scheint dieses zweierlei Art zu sein, entweder von den durch den elektrischen Strom verbrannt werdenden Stoffen, als Metallen, Kohle zc. — oder von den durch den elektrischen Strom in Vibration versetzten ausgedehnten Lufttheilchen herzurühren. Das Schmelzen und Verbrennen der Metalle und brennbaren Stoffe geht immer und zuerst am negativen Pol eines galvanischen Stromes vor sich, wie Neef**) gezeigt hat. Dort ist auch die Ursache zur Ausdehnung, also Schmelzung und Vergasung vorhanden. Daß die andere Quelle des elektrischen Lichtes in der in Erzitterung gebrachten ausgedehnten atmosphärischen Luft bestehe, möchte schon aus dem Umstande sich erklären lassen, daß das Ueberspringen des elektrischen Lichtes von einem Ende des unterbrochenen Leitungsdrahtes zu dem andern Ende desselben desto bedeutender und intensiver leuchtend ist, je verdünnter die Luft in der Luftpumpe durch Auspumpen geworden, in welcher man gewöhnlich das elektrische Licht zum Vorschein und zur Anschauung bringt.

---

*) S. Anfangsgründe der Physik. p. 171.
**) " " " p. 243.

Bei der Abwesenheit jedes andern leuchtenden Stoffes in der Luftpumpe und bei hiebei nicht stattfindendem Schmelzen des leitenden Drahtes ist wohl als wahrscheinlich anzunehmen, daß das elektrische Licht in der Luftpumpe von der durch den elektrischen Strom in vibrirende Bewegung versetzten äußerst verdünnten und also ausgedehnten Luft herkomme.

Wie, wenn nun die Quelle des Polarlichtes auch in einer sehr verdünnten, ausgedehnten und vibrirenden atmosphärischen Luft an den magnetischen Polen und in deren Nähe bestände?

Das Polarlicht bildet sich nach den gemachten astronomischen Messungen noch innerhalb des Luftkreises unserer Erde, oft noch in der Region der Wolkenschichte, in einer Höhe von nur 4000 Fuß. Nach Dalton's Berechnungen betrüge die mittlere Höhe eines Polarlichtes 18 geographische Meilen. Da sich nicht gut die Anwesenheit eines eigenen leuchtenden oder brennenden Stoffes in der Höhe des Polarlichtes supponiren läßt, so bleibt uns, wie bei dem elektrischen Licht in der Luftpumpe, kein anderer Stoff als der Leuchtung verdächtig übrig, denn die atmosphärische Luft selbst. Diese muß aber nach unsern Grundideen in den Polarkreisen sehr dünn und ausgedehnt sein, weil sie am wenigsten intensiv und zur Winterszeit oft Wochen lang gar nicht von den Sonnenstrahlen zur Contraction und Verdichtung genöthigt wird. Es ist hierdurch nach unsern Ansichten in der Atmosphäre der Polarkreise die Möglichkeit gegeben, daß die Luft, verdünnt und ausgedehnt, durch einen elektrischen Strom in Vibration versetzt, leuchten kann.

Wo ist nun aber die elektrische Batterie, welche den elektrischen Strom hiezu erzeugt? Bei einem gewöhnlichen Gewitter kann ich, wie Andere, die Reibung der Regenwassertheilchen nicht als die Elektricitätsquelle annehmen. Wäre dieses der Fall, so müßte jeder, besonders jeder starke Regen Gewitter verursachen, was in der That nicht stattfindet. Man sieht einer Wolke oder einer Wolkenmasse gewöhnlich schon an, daß sie Gewitter bringend ist, noch ehe eine Spur von Regen an ihr entdeckt werden kann. Befindet man sich unter dem Zenith einer Gewitterwolke, so wird eine gewisse Unruhe und kreiselnde Bewegung der uns zugekehrten Wolkenschichte dem Beobachter nicht entgehen. Gewöhnlich vor dem Ausbruch eines Gewitters, d. h. aus einer im Zenith des Beobachters entstehenden, nicht schon ziehenden und stürmenden Gewitterwolke — fühlt man eine plötzlich eintretende zu der vorhergehenden Temperatur und Luft-

beschaffenheit verhältnißmäßig auffallende Wärme und Schwüle. Eine ähnliche Schwüle empfindet man in einem sehr geheizten Zimmer, in welchem viel Wasser verdunstet wird, wo entweder nasse Wäsche getrocknet, oder wo gekocht wird. Schwüle ist der Zustand, der aus dem eben verdunstenden, sich ausdehnenden Wassertheilchen und dem Verbrennungsproceß im Ofen (als etwas anziehenden) resultirt. Nehmen wir nun an, daß das Sonnenlicht auf die Wolkenmassen zusammenziehend wirkt, so daß diese selbst anziehend (oder negativ elektrisch) werden, und anderseits direct zusammenziehend wirkend auf die Luftatome secundär die in der Luft verdunsteten Wassermolecüle sich ausdehnen macht, daß also diese positiv elektrisch werden, so bildet das in der Atmosphäre schwebende in verschiedenem Contractions- und Ausdehnungszustand sich befindende Wasser eine elektrische Batterie, deren Factoren entweder durch Berührung oder durch Spannung in der Entfernung auf einander wirken, und einen elektrischen Strom verursachen, dessen Leitung ebenfalls die momentan in weniger Ausdehnung oder Contraction sich befindenden Wassermolecüle besorgen. Während der elektrische Strom von einer Wasserdunstmasse zu einer andern überspringt, erzeugt er den Blitz. Ich kann es nicht behaupten, aber vermuthe es, daß das Leuchten des Blitzes von den durch den elektrischen Strom in Vibration versetzten Luftatomen herrührt, daß durch den Blitz, der die momentane Bahn des elektrischen Stromes bei einem Gewitter bezeichnet, auch andere brennbare Stoffe sowohl in der Atmosphäre (z. B. Wasserstoffgas) als auf der Erde in Entzündung versetzt werden, ist eben so klar einzusehen, als wie durch den Strom einer elektrischen oder galvanischen Batterie die verschiedensten Stoffe entzündet, zersetzt und zu andern chemischen Verbindungen gebracht werden. Das Einschlagen des Blitzes ist eine Ablenkung des elektrischen Stromes aus seiner atmosphärischen Wasserdunstbahn durch einen zufällig stärker anziehenden oder besser als Wasserdunst leitenden Körper z. B. Bäume, große Wassermassen, mit metallischen Bestandtheilen versehene Gebäude ꝛc.

Die Veranlassung nun zu dem Leuchten oder Blitzen des magnetischen Gewitters, zu dem Polarlichte, giebt ebenfalls eine Ablenkung eines elektrischen Stromes durch die in den Polargegenden am stärksten anziehende Erde.

Eine elektrische Strömung in der Höhenatmosphäre unserer Erde zwischen dem Aequator und den Polen finden wir uns ge-

nöthigt anzunehmen. Als Factoren oder Elemente der denselben erzeugenden galvanischen Batterie gelten uns die durch die directe Einwirkung des Sonnenlichtes in Contractionsthätigkeit versetzten Atome der höhern atmosphärischen Luftschichte in den Aequatorialgegenden einerseits als der Sitz der negativen Elektricität, und die von der Sonne wenig oder zeitweise gar nicht bescheinte Höhenluft der Polargegenden als Sitz der positiven Elektricität. Die Leitung dieses von den beiden Polen zu dem Aequator gehenden Stromes versieht allwahrscheinlich der in der Atmosphäre der zwischen Aequator und Polen gelegenen Zone reichlicher angehäufte Wasserdunst. Ein geringerer Reichthum an Wasserdunst in der atmosphärischen Höhenluft dieser Vermittlungsregionen ist vermuthlich die Ursache der verminderten Leitung des elektrischen Stromes und daher einer größeren Anhäufung von positiver Elektricität (um mich eines gemeingebräuchlichen Ausdruckes zu bedienen) an einem oder an beiden Polen. Dieser Umstand verleiht nun der gerade an den Polen intensivesten Anziehungskraft der Erde die leichtere Möglichkeit, den elektrischen Strom aus der polaren Höhenatmosphäre abzulenken. Durch den Uebersprung des elektrischen Stromes aus der Höhe der Atmosphäre in die Tiefe der Polarregion werden nun unsers Glaubens die ausgedehnten Luftatome derselben in Vibration versetzt und auf solche Weise leuchtender gemacht. Das Polarlicht erscheint uns als ein elektrisches Licht.

Für die Wahrscheinlichkeit, daß die Erde an den Polen, allwo ihr Halbdurchmesser am kleinsten ist, auf die positiv elektrische Höhen-Atmosphäre des Polarkreises anziehend, negativ elektrisch und den Strom ablenkend wirkt, spricht die Thatsache, daß die Magnetnadel zu Zeiten der Erscheinung eines Polarlichtes ungewöhnlich schnell oscillirt, also eine größere Intensität der magnetischen Anziehung der Erde anzeigt. Den Erdmagnetismus oder die magnetische Anziehung der Erde halte ich für ident mit der Anziehung der Erde, die wir Schwere zu nennen pflegen. Gleichwie der Schwerpendel an dem Aequator und in den diesem nahen Gegenden weniger Schwingungen in Einer Secunde macht, als an den Polen und in diesen nahen Regionen, — ebenso macht auch die Magnetnadel, das magnetische Pendel, desto mehr Oscillationen in einem bestimmten Zeitraume je näher man von dem Aequator den Polen sich nahet. In den Polargegenden ist die Intensität des Erdmagnetismus am größten, am Aequator am geringsten, wie die Schwere.

Es ist ja der Mittelpunkt der Anziehungskraft der Erde überhaupt an den Polen näher der Oberfläche der Erde als am Aequator, — daher die Anziehungskraft an den Polen intensiver als an jenem. Daß aber die Nordpolspitze der Inclinationsnadel nicht wie das Senkloth an jeder Stelle der nördlichen Halbkugel vertical auf die Erde sich stellt, und nur an zwei Punkten der Erde, an den magnetischen Polen, die Inclinationsnadel senkrecht zur Erde sich richtet, am nördlichen mit der Nordpolspitze, am südlichen mit der Südpolspitze, — giebt nur den Beweis für das Dasein eines bald stärkeren bald schwächer elektrischen Stromes in der Atmosphäre zwischen Aequator und den Polen, von welchem die Magnetnadel abgelenkt wird von ihrer verticalen Stellung. Bedeutender ist die Ablenkung der Inclinationsnadel aus ihrer verticalen Richtung an den dem Aequator näheren Gegenden, schwächer an den den Polen näheren Gegenden, sehr gering oder gar nicht in der Region des magnetischen Erdpoles. Dort ist ja der Strom, die geleitete Elektricität, stärker, hier schwächer, an den magnetischen Pollen null. In der Magnetnadel ist ja eine elektrische Kraft thätig, und es bewegt sich in ihr ein elektrischer Strom; zwei elektrische Ströme ziehen sich aber entweder an, oder stoßen sich ab, je nach der Stellung ihrer Pole *). Die Richtung der Magnetnadel an irgend einem Punkte der Erde kann als die Resultirende der mit der Schwerkraft identen Anziehungskraft des Erdkerns, und der Anziehungs- oder Abstoßungskraft des zwischen dem Aequator und den Polen herrschenden elektrischen Stromes angesehen werden.

Findet nun bei einem Polarlicht eine Ablenkung des elektrischen Stromes in der Höhenatmosphäre durch die Anziehungskraft der Erde an den Polen, d. i. ein Einschlagen des magnetischen Gewitters statt, so ist es nothwendige Folge, daß auch die Magnetnadel eine Ablenkung und stärkere Oscillationen erleidet, wie es die Erfahrung zeigt. Daß eine plötzliche und bedeutende Ablenkung der Magnetnadel zum Vorschein kömmt, wenn an irgend einem Theil der Erde oder der entsprechenden Erdhälfte ein Erdbeben stattfindet, führt auf die Vermuthung, daß auch die Erdbeben ihren letzten Grund in dem Einschlagen des magnetischen Gewitters, in der Ablenkung eines stärkeren elektrischen Stromes aus der Polaratmosphäre in den Erdkern habe. Dieser elektrische Strom durch das metallisch

---

*) S. Anfangsgr. d. Physik. p. 204—210.

feste Erdinnere geleitet, bringt, wie ein künstlich hervorgebrachter elektrischer Strom, (von dem der Mensch eine Erschütterung erleidet und bekanntlich Pulvermassen zur Sprengung großer Felsen entzündet werden) an gewissen Gegenden mit gutleitendem Untergrund eine Erschütterung, das Erdbeben, oder in anderen Gegenden, welche auf mit brennbaren Stoffen reichlich versehenem Untergrund liegen, die Entzündung dieser, den momentanen Ausbruch von Vulcanen oder das Emporsteigen heißer Quellen und heißen Schlammes hervor.

Aus dieser kurzen Betrachtung von Naturerscheinungen, welche dem Menschen den größten Schrecken und die tiefste Bewunderung aufdringen, möge man nun sich in etwas veranschaulichen und nicht minder bewundern die Einfachheit des Systems der Naturkräfte, — wie sie alle hervorgehen aus der Anziehung und Abstoßung des Stoffes oder vielmehr aus der Zusammenziehungs- und Ausdehnungsthätigkeit der Massentheilchen. Wir haben in frühern Briefen zu zeigen gesucht, wie durch die Moleculärthätigkeit der Massen unseres Planeten in Folge der Einwirkung des Sonnenlichtes einerseits und der Anziehung des Sonnenkörpers anderseits die stündlichen, täglichen und jährlichen Veränderungen der Erdoberfläche, der Luftströmungen und der Meeresfluthen erzeugt werden, wir haben heute Gelegenheit gehabt, auch einen kleinen Blick auf die Wirkungen zu werfen, welche die Sonne mittelbar auch in dem Innern der Planeten hervorruft. Es dreht sich des Planeten ganzes Leben um seinen Mittelpunkt, die Sonne.

München im Juni 1857.

Wirkungen der atmosphärischen Luft auf des Menschen Leib.

Der Mensch lebt auf der Erde und in der Luft. Unter dem Druck der atmosphärischen Luft entwickelt sich und wächst dessen neugeborner Körper, und ohne diesen Druck könnte der Mensch mit seinem so gestalteten Körper weder stehen noch gehen. Die Luft leitet ihm den Schall der Töne und die Lichtstrahlen zu, — sie macht ihn warm und kalt, und durch sie ist er den elektrischen Einflüssen der Außenwelt ausgesetzt. Der wichtigste Dienst aber, welchen die atmosphärische Luft dem Menschen leistet und ohne welchen er keine Minute lang leben könnte, ist der, daß sie seinem Blute beim Athmen den ihm nöthigen Sauerstoff mittheilt, von dessen stetiger Erneuerung alle, auch die geringsten Vorgänge in seinem

Leibe abhängig sind. Die atmosphärische Luft ist ein Gemenge — keine chemische Verbindung — von Sauerstoff und Stickstoff in dem Verhältniß von nahe zu 79 Volumtheilen Stickstoffgas zu 21 Volumtheilen Sauerstoffgas in 100 Volumtheilen Luft. Dieses gegenseitige Mengenverhältniß von Stickgas und Sauerstoffgas ist und bleibt in der freien Luft in allen Höhen, in allen Welttheilen und zu allen Jahreszeiten stets dasselbe. Die Eigenschaft der Luft — nicht einer chemischen Verbindung, sondern nur eines Gemenges von Sauerstoffgas und Stickgas — ermöglichet die Leichtigkeit, mit welcher beim Athmungsproceß die Blutkügelchen den Sauerstoff der Luft an sich ziehen können. Es scheint dieses gegenseitige Verhältniß der beiden Bestandtheile der atmosphärischen Luft der Anziehungs- oder Adhäsionskraft des Sauerstoffgases für das Stickgas zuzuschreiben zu sein, vermöge welcher je Ein Atom Sauerstoff ungefähr vier Atome Stickstoff frei an sich gezogen und adhärirt hält, ohne daß je Ein Atom Sauerstoff sich mit den vier Atomen Stickstoff zu Einem Atom Stick-Sauerstoffkörper chemisch d. i. innerlich verbunden hätte. Die Blutkörperchen besitzen nun ähnlich wie das Platinpulver die Eigenschaft, Sauerstoffgas an sich zu ziehen und ihren Oberflächen anzuhängen, und zwar in einem höheren Grade, als wie die Sauerstoffgasatome die Stickstoffgasatome an sich adhärirt halten. Wirft man die Frage auf, warum die Blutkörperchen statt des je Einen Sauerstoffgastheilchens der Luft nicht die je vier Stickstoffgastheilchen derselben anziehen, so möchte ich die Antwort darauf geben: aus demselben Grunde, warum die specifisch schwereren Körper von dem Erdmittelpunkte mehr angezogen werden als die specifisch leichteren, jene im Fallen also unter diese, diese über jene zu liegen kommen. Die Adhäsionskraft ist so gut, wie die Schwere, eine Anziehungskraft. Die specifisch schwereren Sauerstoffgasatome besitzen vermöge ihrer stärkeren Zusammenziehungskraft eine größere Anziehungsfähigkeit als die specifisch leichteren Stickstoffgasatome, — jene werden also von den Blutkügelchen gleichwie von dem Erdmittelpunkt stärker angezogen als die Stickstoffatome. Während je Ein Sauerstoffgastheil der Luft von dem Blute in die Lungen absorbirt wird, werden je vier Stickstoffatome frei. Vermöge ihrer geringeren specifischen Schwere können sie, bei der Expiration ausgestoßen, in die Höhe steigen, wenn sie auf diesem Wege nicht von Stickstofffreien Sauerstoffatomen neuerdings angezogen werden. Dieser Fall tritt aber zum wenigsten immer

ein, wenn durch den Athmungsproceß der Pflanzen in Folge der Einwirkung des Lichtes Sauerstoffgas aus ihnen frei entwickelt wird. Es kann nämlich als ein Hauptunterscheidungszeichen zwischen Thieren und Pflanzen gelten, daß jene Sauerstoffgas ein-, und Kohlensäure ausathmen, — diese aber Kohlensäure in sich aufnehmen, und Sauerstoffgas ausscheiden*). Die Kohlensäure, welche die Thiere durch die Lungen ausathmen, wird ein in seinem Mengenverhältniß schwankender Bestandtheil der Atmosphäre und durch Vermittelung des die Kohlensäure absorbirenden und in den Erdboden versinkenden Regenwassers nehmen die Pflanzen die Kohlensäure in sich auf, um daraus ihren Kohlenstoff zu gewinnen. Dieser Gewinn des Kohlenstoffes erfolgt aber für die Pflanze dadurch, daß durch die Einwirkung des Sonnen- ja auch des Mondlichtes in dem Pflanzenkörper eine Scheidung der aufgenommenen Kohlensäure und des durch die Wurzeln eingesogenen Wassers in Kohlenstoff, Wasserstoff, und Sauerstoff, und eine Verbindung des Kohlenstoffes mit dem Wasserstoff erzeugt wird. Der freiwerdende Sauerstoff tritt wieder an die Atmosphäre zurück. Es ist, nebenbei bemerkt, leicht einzusehen, daß bei Windstille und eingeschlossenem Raume die Luft in einer bevölkerten Stadt an Kohlensäure reicher, als die Luft auf dem Lande werden muß, — und daß es weniger aus Verschönerungsrücksichten als aus Rücksicht für die Gesundheit löblich und nothwendig ist, innerhalb und in der Nähe großer und bevölkerter Städte so viel wie möglich Baum- und Gesträuchpflanzungen herzustellen. Die Pflanzen absorbiren zwar auch Sauerstoff, aber die Menge des von den Pflanzen bei Nacht eingesaugten Sauerstoffes beträgt nicht den tausendsten Theil der Menge des bei Tage mittels der Kohlensäurezersetzung aus den Pflanzen ausgeschiedenen Sauerstoffgases.

Nächst des im menschlichen Blute sich ausscheidenden und durch die Lungen ausgeathmeten Kohlensäuregases ist es noch das Wassergas, welches der Mensch aus den Lungen und durch die Haut an seine Atmosphäre abgiebt. Die atmosphärische Luft ist also nicht nur die Trägerin des in jedem Moment den menschlichen Leib wiederbelebenden Stoffes, des Sauerstoffes, sondern besorgt auch die Ab- und Wegführung der im Blute unbrauchbar und ihm fremd gewordenen durch die Respirationsorgane und die Haut ausgeschie-

*) Eine Ausnahme davon machen die im Schatten wachsenden Pilze.

denen Stoffe. Hier ist noch des Stickstoffgases zu erwähnen, welches, obwohl in sehr geringer Menge, durch die Lungen ausgeathmet wird. (Auf 1 Volumen Sauerstoff, welcher eingeathmet wird, kommen durchschnittlich 8 bis 9 Zehnttheile eines Volumens Kohlensäure, welche ausgeathmet wird, und die Menge des ausgeathmeten Stickstoffes verhält sich zur Menge der ausgeathmeten Kohlensäure ungefähr wie 1 zu 100.)

Die Gase, welche durch die Haut ausgeschieden werden, sind ebenfalls Kohlensäure und Stickstoffgas, zu welchen sich das aus dem tropfbarflüssigen Schweiß verdunstende Wasser gesellt.

Das Wassergas ist in der atmosphärischen Luft je nach der zeitweise vermehrten Zusammenziehung oder Ausdehnung der Luft-, oder besser der mit Stickstoffatomen beladenen Sauerstoffatome oder Molecule in größerer oder geringerer Menge enthalten. Das in der Atmosphäre vorhandene Wassergas stammt von der Verdunstung der Gewässer der Erdoberfläche, des von dem Regen befeuchteten festen Bodens und der Wasserausdünstung der Pflanzen und der Thiere her. Je mehr und größere Wasserflächen und wasserhaltige Körper ein Stück der Erdoberfläche darbietet, desto größer ist die Menge von Wasser, welche verdunsten und in die Atmosphäre aufgenommen werden kann. Es kann aber um so mehr Wasser auf der Oberfläche der Erde verdunsten und in die Höhe steigen, je ärmer an Wasser die eben auf einem bestimmten Erdstrich schwebende Luft ist, und je mehr sie Wärme giebt, d. i. je mehr und größere leere Zwischenräume die Luftmolecule (die mit adhärirenden Stickstoffatomen belegten Sauerstoffatome) durch ihre jeweilige Zusammenziehung zwischen einander erzeugen. Daß diese Zusammenziehung der Luftmolecule durch die directe Einwirkung der Sonnenstrahlen hervorgebracht wird, und daß die sich zusammenziehenden Luftmolecule die Atome der in und an ihr befindlichen Körper zur Ausdehnung nöthigen, d. i. sie erwärmen, haben wir schon in früheren Briefen zu behaupten gewagt. Daß demnach die atmosphärische Luft in den Sommermonaten und am Tage, in heißen Zonen und über Meeren und feuchten Gegenden absolut reicher an Wasser werden kann, ist selbstverständlich. Ist die Zusammenziehung der Luftmolecule und die Erweiterung der Zwischenräume zwischen ihnen — der Intermolecularräume nicht mehr im Steigen, so kann die Luft keine neue Menge von Wassergas aufnehmen, sie ist dann, wie man zu sagen pflegt, mit Wasser gesättigt; — und es kann

keine Abdünstung mehr stattfinden. Erhält die Atmosphäre durch die Winde aus den Tropen und den dem Aequator näher gelegenen Luftregionen eine Zugabe von Wassergas zu ihrem eigenen Wassergehalt, so fällt bekanntlich das Wassergas in tropfbar flüssiger Form zu Boden. Kommt aber die feuchte Luft über Gegenden, welche keine Wasserflächen oder wasserausdünstenden Körper in hinreichender Anzahl darbieten, so wird nicht nur die Menge des Wassergases, welche über den Sättigungspunkt in der Luft enthalten ist und in anderen Gegenden als Regen herabfallen würde, sondern auch noch ein mehr oder minder großer Theil des die Intermolecularräume der Luft ausfüllenden Wassergases von den relativ trockenen und stärkere Anziehungskraft für das Wassergas besitzenden festen Körpern (z. B. Kalkfelsen, Sand) angezogen, der Wassergehalt der Luft also vermindert. So ist es im höchsten Grade der Fall in den afrikanischen und arabischen Wüsten. In den übrigen regenlosen Gebieten: in Tibet und an den westlichen Küsten von Süd- und Mittelamerika wird dort die von Südwest, hier von Süd- und Nord-Ost kommende mit Wasser gesättigte Luft schon durch die hohen Gebirge auf sie zu fallen gehindert, theils auch von den Steinmassen der Gebirge ihres Wassergehaltes beraubt. Einen beträchtlichen Unterschied im Feuchtigkeitsgrade der Atmosphäre bietet die östliche Küste Nordamerika's von der Westküste Europa's. In beiden Welttheilen herrschen vorzugsweise die westlichen und südwestlichen Luftströmungen. In Europa kommt die Luftmasse an, nachdem sie mit dem im atlantischen Ocean abdünstenden Wasser gesättiget ist. An der Ostküste von Nordamerika hat die im großen Ocean mit Wasser gesättigt wordene Luftmasse schon den Weg über den nordamerikanischen Continent gemacht und diesem den größten Theil seines Wassergehaltes abgegeben, und ist also trockner als in Europa. Es fällt dem deutschen Auswanderer in Nordamerika auf, daß feuchte Wäsche rascher trocknet, neugebaute Häuser früher bezogen werden können, das Holz der Meubel leichter Risse bekömmt, auch das Brod wegen rascher eintretender Austrocknung nicht so lange genießbar aufbewahrt werden kann, als in Europa. Aber auch auf die Menschen erstreckt sich die Einwirkung der trocknen Luft in Nordamerika. Die Nordamerikaner sind meistens mager und zeichnen sich namentlich durch einen langen Hals aus. Europäer, welche nach Amerika kommen, werden bald mager, während umgekehrt die Nordamerikaner in Europa bald dicker werden.

So wie nasse Wäsche, Holz und neuaufgeführte Mauern in der wasserarmen Luft jenseits des atlantischen Oceans rascher austrocknen, ebenso muß auch der Mensch durch Wasserausdünstung seines Leibes an Gewicht und insbesondere an mehr wasserstoffhaltigen Gebilden, wozu das Fett gehört, verlieren. Aber nicht blos dieser unmittelbare Verlust läßt den Amerikaner nicht zur Dickleibigkeit kommen, auch der Ernährungsproceß selbst geht nicht so gedeihlich in trockener Luft von statten, als in feuchter.

Trockene Luft nämlich erschwert und verlangsamt, — feuchte Luft erleichtert und beschleunigt das Athmen. Mehr Athemzüge in einer gewissen Zeit haben die Folge, daß mehr Sauerstoff von dem Blute aufgenommen, und mehr Kohlensäure ausgeschieden werden kann. Je rascher aber der im Organismus nöthig gewordene Sauerstoff aufgenommen, und die unnöthig gewordene Kohlensäure ausgeschieden wird, desto rascher geht auch der allgemeine Stoffwechsel und mit ihm die Ernährung von statten.

Noch ein anderes Unterscheidungsmerkmal der im östlichen Nordamerika lebenden von den in Europa lebenden sonst aus gleicher Nation stammenden Menschen fällt auf, nämlich die fieberhafte Regsamkeit des Nordamerikaners, seine Eile überall und jederzeit; er läuft mehr auf der Straße als er geht, er gönnt sich kaum Zeit zum Essen, selbst wenn er nichts zu thun hat. Die Thätigkeit des Engländers ist mehr eine absichtliche, aus Raison, — die des Amerikaners eine instinktmäßige. Diese Reizbarkeit des übrigens kalten Amerikaners wird bekanntlich der Trockenheit der Atmosphäre, in der er lebt, zugeschrieben. Wir erkennen dieselbe als Grund davon an. In einem früheren Briefe über den momentanen Nutzen der Bäder haben wir nämlich zu behaupten gewagt, daß dieselben außer der Erwärmung und Erkältung durch das Erkalten des warmen und das Erwärmen des kalten Wassers vorzüglich auch die Entladung des badenden Menschen von einem Theil der thierischen Elektricität befördern. Ist dem wirklich so, so ist auch anzunehmen, daß eine feuchte also die Elektricität gut leitende Luft die animalische Elektricität besser von seiner Oberfläche ableitet, als eine mehr trockene Atmosphäre. Wird nun in trockener Luft die thierische Elektricität, deren Quellen im lebenden Leibe unendlich viele sind, nicht rasch genug abgeleitet, so wird die Natur des Menschen die elektrische Spannung seiner organischen Gewebe durch Bewegung, Austoben aufzuheben trachten (so wie ja auch eine über-

mäßig geladene elektrische Batterie von selbst zerspringt), und darin scheint mir auch der Grund des instinktmäßigen zum natürlichen Bedürfnisse gewordenen erhöhten Bewegungs- und Thätigkeitstriebs des im östlichen Nordamerika lebenden Menschen zu liegen.

Wenn verhältnißmäßig zu trockene Luft den Menschen mager, hager und reizbar macht, so sehen wir gegentheilig die Bewohner von Erdstrichen mit zu feuchter Luft fett, dick und phlegmatisch werden.

Ist die Luft selbst elektrisch, so muß sie im elektrischen Zustand auch auf unsern Körper eine Wirkung haben. Die reine Luft, sagen die Physiker, hat gar keine Elektricität und ist unfähig, die Elektricität zu leiten und festzuhalten. Wir sprechen einem Körper positiv elektrische Wirkung zu, wenn seine Atome sich ausdehnen, und negativ elektrische, wenn seine Atome sich zusammenziehen. Die Leitungs- oder Vibrationsfähigkeit eines Körpers hängt von der relativ und zeitweiligen geringeren Fähigkeit oder gar Unfähigkeit seiner Atome, sich auszudehnen und zusammenzuziehen, ab. Die Fähigkeit, sich auszudehnen und zusammenzuziehen, können wir aber den Luftmoleculen nicht absprechen; im Gegentheil suchten und suchen wir so manche Erscheinungen gerade auf Grund dieser Fähigkeit zu erklären. Wenn nun die Luftmolecule durch das Sonnenlicht in Zusammenziehung gebracht werden, so ist die erste Folge davon, daß das Wasser der Erdoberfläche verdunstet und in die erweiterten Intermolecularräume eindringet. Ein Luftelektrometer, bei heiterem Himmel in die freie Luft gestellt, zeigt positive Elektricität, weil das isolirte Stück Metall von jenem sowie das Wasser eine Molecularexpansion durch die Zusammenziehung der Luftmolecule erleidet. Ist die Molecularcontraction der Luft so stark und so anhaltend, daß die sich erweiternden Intermolecularräume nicht ganz und nicht rasch genug von Wassergas ausgefüllt, d. i. die Luft mit Wasser nicht rasch genug gesättiget werden kann, so werden die Wassergas-Molecule anstatt der ihnen nicht weiter mehr möglichen Ausdehnung von den sich zusammenziehenden und als solchen auch anziehenden Luftmoleculen eine Ortsveränderung, kurz eine vibrirende Bewegung erleiden, wobei auch die Atome unsers Leibes, wenn dieser gerade zur Ausdünstung nicht oder nicht mehr disponirt ist, eine Anziehung erleiden, also in eine negativ elektrische Spannung versetzt werden. Hingegen kommen z. B. beim Scheiden der Sonne oder zur Winterszeit die Luftmolecule in Ausdehnung, so wird unser Leib von

diesen eine positiv elektrische Wirkung erleiden, wobei zugleich, ist vorher mehr oder weniger großer Reichthum an Wassergas vorhanden gewesen, die in den Intermolecularräumen befindlichen Wassergastheilchen durch den Druck, den die sich ausdehnenden Luftmolecule auf sie ausüben, zu Dunst oder Nebel condensirt werden. Obwohl daher im Winter die Gewitter selten sind, so ist doch die Elektricität der Luft in dieser Jahreszeit am stärksten, stärker als in den gewitterreichen Sommermonaten. Auf der durch das Sonnenlicht bewirkten raschen Zusammenziehung der Luftmolecule selbst beruhet die negative, und auf der bei unzureichend starker Lichteinwirkung sich einstellenden Ausdehnung der Luftmolecule beruhet die positive Elektricität der atmosphärischen Luft. Eine andere Quelle der Elektricität in der Atmosphäre, der so zu nennenden Wolken-Elektricität, ist aber die durch directe oder indirecte Einwirkung des Lichtes erzeugte Zusammenziehung oder Ausdehnung der Wassergas-Atome. Ein Theil der Wolkenmassen scheint mir durch die directe Einwirkung der Sonnenstrahlen eine Atomenzusammenziehung zu erleiden und daher anziehend und negativ elektrisch zu wirken, — ein anderer der directen Einwirkung des Sonnenlichtes entzogener, im Schatten der ersteren befindlicher Theil der Wolken scheint mir vermöge der an den horizontalen Grenzen der Gewitterwolke herrschenden Molecularcontraction der Luft eine Ausdehnung zu erleiden und daher positiv elektrisch wirkend zu werden. Aufgestellte Elektricitätsmesser erweisen auch die eine Wolke als positiv, eine andere als negativ elektrisch beschaffen.*) Befindet sich in der Nähe einer Gewitterwolke, welche ich aus einer oberen der Sonne zugekehrten negativ elektrischen Schichte und aus einer unteren beschatteten positiv elektrischen Schichte gebildet mir vorstelle, — eine dritte negativ elektrische oder eine andere anziehend wirkende Körpermasse auf der Erdoberfläche, z. B. eine große Wasserfläche, ein hoher Baum oder ein Gebäude, so erfolgt die elektrische Entladung der Gewitterwolke, der Blitz. Die Wirkung, welche der Blitz auf den

*) Nach Peltier's zu Paris angestellten Versuchen haben die schiefergrauen Wolken positive, — die weißen, rosen- und orangefarbenen Wolken negative Elektricität. Jene sind die im Schatten befindlichen, — letztere die von der Sonne beleuchteten. Wäre es eine Möglichkeit die obere der Sonne zugekehrte Wolkenschichte auf ihre Elektricität zu prüfen, würde sie sich auch als negative erweisen.

Menschen ausüben kann, ist allbekannt und zu sehr in die Sinne fallend. Weniger hat man sich Kenntniß verschafft oder verschaffen können, welche Wirkung die Elektricität der Luft selbst auf den menschlichen Organismus auszuüben vermag. Die Physiker beantworten dem Laien eine solche Frage mit einem Lächeln, welches, wie ein Autor schrieb, Mitleid mit der Unwissenheit des Fragestellers auszudrücken scheint. v. Humboldt schreibt der Elektricität der Luft eine nervenreizende oder Saftumlauf befördernde Kraft bezüglich ihrer Wirkung auf den thierischen Organismus zu.

Nach unsern Elementarbegriffen muß eine negativ elektrische Luft auf die Atome des menschlichen Körpers eine ausdehnende oder anziehende, — eine positiv elektrische Luft eine zusammenziehende oder abstossende Wirkung haben. Erstere wird also erregend, letztere deprimirend auf unsere Nerven wirken, — jene die Hautausdünstung und den Stoffwechsel der Hautgebilde befördern, — diese die Functionen der Haut unterdrücken. Die functionelle Aenderung der Haut wirkt aber secundär oder sympatisch auf den Athmungs-, Verdauungs-, Ernährungs- und den Secretionsproceß der übrigen Organe des Leibes ein. Eine kurz dauernde Einwirkung, sei es der negativen oder positiven Elektricität der Luft hat keinen störenden Einfluß auf die Gesundheit. Durch Abwechslung beider Elektricitätsarten hebt die folgende die Wirkung der vorhergegangenen wieder auf, die Ausgleichung beider Wirkungen erhält das Gleichgewicht und die Harmonie der Lebensvorgänge. Aber eine längere Andauer entweder der negativen oder der positiven elektrischen Beschaffenheit der Luft bringt denjenigen Zustand hervor, welchen die Aerzte eine Krankheitsdisposition nennen. Eine fleißigere Erforschung der stündlichen, täglichen, wochentlichen und monatlichen elektrischen Beschaffenheit der atmosphärischen Luft der verschiedenen Gegenden, insbesondere solcher, in welchen epidemische Krankheiten herrschten und herrschen, mit gleichzeitigen Vergleichsanstellungen mit der Luftelektricität benachbarter eben gesunder Gegenden würde — ich zweifle beinahe nicht daran — die Vermuthung bestättigen, daß eine mehrere Tage, Wochen oder Monate andauernde gleiche — sei es positive oder negative — elektrische Beschaffenheit der Luft in den Menschen die Disposition zu den sogenannten epidemischen Krankheiten — den exanthematischen, katharrhalischen, typhösen, Ruhr- und Brechruhr-Fiebern — hervorzubringen im Stande ist, zu deren Ausbruch nur die sogenannte schädliche Gelegenheits-

ursache hinzuzukommen hat, die unendlich verschieden sein kann. Es ist in neuerer Zeit zur Erklärung der Entstehung epidemischer Krankheiten und zwar mit Recht ein großes Gewicht auf die mehr oder weniger permeable Beschaffenheit des Untergrundes der Wohngebäude, und auf die davon abhängige größere oder geringere Imprägnirungsfähigkeit mit verwesenden Stoffen in Verbindung mit der wechselnden Höhe des die Verwesung einleitenden Grundwassers gelegt worden; — allein von der mehr oder minder lockeren Beschaffenheit des Bodens und der Anhäufung mit verwesenden Stoffen in demselben, sowie dem höheren oder tieferen Stand des Grund- oder Brunnenwassers hängt zugleich auch die verschiedengradige Fähigkeit des Bodens, die entgegengesetzte negative oder positive Elektricität der Atmosphäre aus dieser abzulenken und abzuleiten, ab. Der zwischen dem Boden und der Luft lebende Mensch bildet dann ein Glied der Leitungskette des aus der Atmosphäre zu dem Boden oder von diesem in die Atmosphäre gehenden elektrischen Stromes, und ist als solches der Wirkung dieses, entweder der Vibration oder der Expansion oder Contraction seiner Atome unterworfen.

Der Mensch hat ferner auch den Druck der auf ihm lastenden atmosphärischen Luftmenge zu ertragen. Einen bestimmten, den gewohnten oder seiner jeweiligen Körperbeschaffenheit adäquaten Luftdruck hat er vonnöthen; — er leidet aber, wenn dieser nicht sein gewohnter oder seiner Leibesconstitution nicht angemessener ist oder wird. Der Druck der Luft ist abhängig von der Summe der gewichtigen Theilchen, aus denen eine seiner Körpersoberfläche entsprechend dicke Säule der atmosphärischen Luft gebildet ist. Unter diesen Theilchen sind nun vorzugsweise die Luftmolecule (Stickstoff- und Sauerstoffgasatome) und die in der Atmosphäre suspendirten Wassergasatome zu verstehen. An tiefer gelegenen Punkten, z. B. am Meere ist die von dem Meeresspiegel bis in die äußerste Grenze der Atmosphäre reichende Luftsäule am größten, vielmehr am höchsten, — höher, als an hoch gelegenen Punkten z. B. Thürmen und Bergen. Eine größere Luftsäule wiegt aber unter sonst gleichen Umständen mehr als eine kleinere. Eine gleiche Summe gleicher Theilchen einer Luftsäule muß aber an den Polen näher gelegenen Orten auch mehr wiegen als am Aequator, weil an den Polen jene, dem Erdmittelpunkt näher, von diesem stärker angezogen werden, also schwerer scheinen, als am Aequator.

Der Wassergehalt der Luft ist ein verschiedener, und dieser ist es auch vorzüglich, welcher das Gewicht einer Luftsäule zu einem veränderlichen macht, die Veränderlichkeit des Barometerstandes vorzugsweise bedingt. An dem größeren oder geringeren Wassergehalt der Luft ist aber, wie wir schon dargethan, eine stärkere oder schwächere Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Luftmolecule Schuld. Das Sonnenlicht zieht die Luftmolecule zusammen, in die hiedurch sich erweiternden Intermolecularräume dringt das auf der Erde verdunstende Wasser ein. Je mehr Luft- und Wassergasmolecule in einer Luftsäule enthalten sind, desto schwerer ist die Masse derselben, und desto größer der Druck, den sie auf zwischen ihr und der Erde befindliche Körper ausübt, desto höher ist der Barometerstand. Und so umgekehrt, je weniger contrahirt oder je mehr ausgedehnt die Luftmolecule sind, je enger die Intermolecularräume hiedurch werden, und je weniger Wassergasatome darinnen Platz haben, desto leichter ist eine Luftsäule, desto tiefer der Barometerstand. Steigen des Barometers zeigt an, daß die Aufnahme von Wassergas in die Intermolecularräume der Luft im Zunehmen, — Fallen des Barometers zeigt an, daß sie in Abnahme ist. Zur Zeit und in derjenigen Luftregion, wann und wo die Einwirkung des Sonnenlichtes auf die Luftmolecule am stärksten ist, also zur bezugsweisen Mittagszeit und innerhalb der Wendekreise, wird auch am meisten Wasser aus der Erdoberfläche aufgesogen. Wenn in den Gegenden, wo es schon Abend wird, die Sonne also nicht mehr so kräftig contrahirend auf die Luftmolecule wirkt, das in den Intermolecularräumen enthaltene Wassergas nicht mehr den früher gefundenen Raum hat, so wird dieses dahin gezogen, wo eben die kräftigste Luftmolecularcontraction herrscht, also dahin, wo es eben Mittag ist. Dieser Wassergaszug erzeugt einen Wind von Ost nach West. Zugleich ist aber die Sonne am Aequator stärker wirkend, als in den Polarregionen, und das Wassergas der sich verengerten Intermolecularräume der von der Sonne entfernteren Luft zieht von Norden und Süden nach dem Aequator hin, und erzeugt mit dem von Ost nach West gehenden Wind als Resultante die Nordost- und Südostwinde, — wegen ihrer relativen Beständigkeit in den Wendekreisen unter dem Namen: Passatwinde bekannt. Bei dem früheren Eintritte der Nacht in den Aequatorialgegenden fällt ferners ein Theil von dem Wassergas, welches bei Tag von der Luft aufgesogen wurde, nach derjenigen Erdhälfte polwärts hin,

welche eben Sommer hat, weil hier der Tag länger ist, die Luftmolecule längere Zeit dem Sonnenlicht ausgesetzt, also die Intermolecularräume der Luft noch weiter sind. Wirkt aber die Sonne absolut oder relativ zu schwach contrahirend auf die Luftmolecule, so wird das in den Intermolecularräumen befindliche Wassergas durch die Verkleinerung derselben entweder verdrängt oder zusammengedrückt, condensirt. In Folge der Verdrängung ziehet das Wassergas der Sonne entgegen, also von West gegen Ost. Da aber auch zugleich von Norden und Süden her das verdrängte Wassergas gegen den Aequator hin zieht, so erzeugt die Resultante dieser beiden Zugrichtungen den Nordwest auf der nördlichen, den Südwest auf der südlichen Erdhälfte. Wenn aber die Intermolecularräume der Aequatorialluft die von Ost, West und Nord oder Süd herziehenden verdrängten Wassergasmolecule nicht mehr aufnehmen können, so wird das Wassergas zusammengedrückt, condensirt, tropfbarflüssig und fällt als Regen auf die Erdoberfläche. Wir machen daher gar oft die Beobachtung, daß wenn der Wind aufhört, es zu regnen anfängt; und es gilt als ein Zeichen eines baldigen Regens, wenn nach heftigen Westwinden plötzliche Windstille eintritt.

Ist das in den Molecularräumen suspendirte Wassergas noch nicht völlig condensirt, d. i. tropfbarflüssig und regenfähig geworden, sondern hat seine Verdichtung nur einen geringen Grad erreicht, so sinkt dieser verdichtete Theil des Wasergases als der schwerere in die untere Schichte der Atmosphäre, während der noch weniger oder noch nicht verdichtete Theil desselben die Intermolecularräume der oberen Schichte einer Luftsäule einnimmt. Dieses wird nicht nur durch die gemachte Beobachtung bewiesen, daß die Schwankungen im Barometerstand auf hohen Bergen geringer sind als in Tiefen, sondern auch durch eine zweite, daß das Barometer in der Tiefe, z. B. in Zürich nicht nur gegen Mittag sondern auch gegen Mitternacht, — auf Bergen, z. B. dem nahen Faulhorn nur einmal gegen Mittag aber nicht mehr zum zweitenmal in der Nacht steigt, sondern continuirlich von Nachmittag an bis über Mitternacht hinaus fällt und dann erst wieder bis Mittag steigt. Das Steigen des Barometers, d. i. der zunehmende Druck der Atmosphäre ist abhängig von der Zunahme und dem Gewichte des in der Luft suspendirten Wasergases. Ein hoher Barometerstand zeigt also auf ein und demselben Ort eine große Menge von

in den Intermolecularräumen der Luft befindlichem Wassergase und sofort auch die Steigerung der Ursache der Wasserverdunstung, nämlich einen höhern Grad von Zusammenziehung von Luftmolecule durch das Sonnenlicht an. Ein niederer Barometerstand hingegen zeigt eine geringe Contraction der Luftmolecule und eine geringe Menge von in den Intermolecularräumen derselben suspendirten Wassergases an. Daher ist das Fallen des Barometers auch häufig ein Anzeichen eines baldigen Regens, indem die sich expandirenden Luftmolecule das keinen Ausweg mehr findende Wassergas zusammendrücken und tropfbarflüssig machen. Wolken vermehren den Luftdruck nicht, weil sie nur so viel wiegen, als die Luft, die sie verdrängen, sowie das Gewicht eines schwimmenden Schiffes gleich ist dem Gewicht der Wassermenge, die es verdrängt. Je höher die Wolken stehen, desto schwerer die Luft, je tiefer sie stehen, desto leichter die Luft, — dort daher ein höherer, hier ein tieferer Barometerstand. Ein Sinken des Barometers wird aber auch noch dadurch erzeugt, daß — bei hellem Sonnenschein — die Luftmolecule kräftig zur Contraction genöthiget werden, aber zu rasch, als daß in die sich erweiternden Intermolecularräume von der Erdoberfläche hinlänglich genug Wasserdunst gelangen könnte, — ein Umstand, der, wie wir oben erläuterten, die negativ elektrische Spannung der Luft erzeugt. Daher im Sommer und besonders in den Tropenländern der niedere Barometerstand.

Kommen wir nun zurück auf die Wirkungen eines größeren oder geringeren Luftdruckes auf den Menschen. Wir wissen von dem Wasser, daß es früher, d. h. mit Anwendung von weniger Brennstoff oder bei geringerer Wärmeentwicklung, zum Kochen und Verdunsten gebracht wird bei geringerem Luftdruck, als bei stärkerem; — daß es auf hohen Bergen früher siedet, ohne 80° R. heiß zu werden, als am Niveau des Meeres. Wir wissen ferner, daß Wasser leicht und rasch verdunstet im luftverdünnten Raum, ja so rasch, daß bei fortgesetzter Anwendung der Luftpumpe das verdunstende Wasser das noch tropfbarflüssige zum Gefrieren bringt. Ein verminderter Luftdruck befördert also die Molecularausdehnung. Dieselbe Wirkung wie das Wasser hat naturgemäß auch der menschliche Leib zu erleiden, — seine Molecule, wir wollen sagen seine organischen Zellen und die aus diesen in die Intercellularräume abgesetzten Stoffe werden bei Verminderung des Luftdruckes mehr ausgedehnt, als sie unter dem gewohnten

Luftdrucke waren. Anderseits wissen wir, daß gasförmige Körper durch auf sie ausgeübten höhern Druck condensirt, ja sogar in tropfbarflüssige Körper verwandelt werden. Es gilt ja auch als Gesetz, daß sich die Dichtigkeit der Gase verhält wie der Druck, unter welchem sie stehen. Ein vermehrter Luftdruck bringt also in dem menschlichen Leib eine Condensirung der sich eben expandiren wollenden Stoffe und eine Contraction der organischen Zellen hervor. Bei vermindertem Luftdruck wird die Wasserausdünstung durch die Haut eine vermehrte, bei höherem Luftdruck eine beschränktere sein, als unter dem gewohnten Luftdruck. Aus Experimenten ist ferners bekannt, daß ein stärkerer Luftdruck die Pulsschläge und die Athemzüge, und daher die Menge der ein- und ausgeathmeten Luft vermehrt, die Menge der Kohlensäure in der ausgeathmeten Luft vermindert. Geminderter Luftdruck verlangsamt die Pulsschläge, verringert die Anzahl der Athemzüge und daher auch die Menge der ein- und ausgeathmeten Luft, befördert aber relativ die Ausscheidung von Kohlensäure. Vielleicht hängt das häufige Vorkommen der Tuberkelkrankheit in feuchten und niedern, einem größern Luftdruck ausgesetzten Gegenden, z. B. in London, Neapel und so anderen Seestädten mit dem großen Wassergehalt der Atmosphäre und dem höhern Luftdruck, und daher der gesteigerten Respiration und Aufnahme von Sauerstoff aus der Luft und gleichzeitigen im Verhältniß zur Sauerstoffaufnahme zu mangelhaft stattfindenden Ausscheidung von Kohlensäure und Wassergas an genannten Orten zusammen. So wie sich sogenannte Brustschwache, mit engen und reizbaren Luftröhren begabte aber nicht tuberculöse, in niedern und feuchten Gegenden wohl, weil hier ihnen das Athmen erleichtert, — auf Höhen aber beängstigt sich fühlen, weil ihnen hier das Athmen verlangsamt und also erschwert wird; — ebenso häufig trifft es sich, daß umgekehrt mit Lungentuberkel Behaftete auf Höhen sich wohler fühlen, wo bei Verlangsamung der Athemzüge sie zugleich der Kohlensäure und des Wassergases mehr entlediget werden. Bei schon mit Bluthusten Behafteten tritt aber ein anderer Grund ein, warum sie den Aufenthalt auf Höhen und in verdünnter Luft nicht vertragen. Man weiß, daß in sehr hohen Luftregionen die Menschen leicht Blutungen aus der Nase und Anderem unterworfen sind. Bei gemindertem Luftdruck und in verdünnter Luft erleiden die organischen Zellen unsers Leibes eine Ausdehnung und ebenso wird das flüssige

Blut aus schon bestehenden Wunden des Lungengewebes gezogen, wie das Wasser aus der Pumpe, oder auch die expandirten und verdünnten organischen Lungenzellen müssen dem ungewohnten Zuge mechanisch folgen und zerbersten, worauf der Bluterguß erfolgt.

So wie die Cohäsionskraft, z. B. des Wassers, bei vermindertem Luftdruck geschwächt, bei höherem aber verstärkt wird, so fühlt auch der Mensch auf sehr bedeutenden Höhen, z. B. 16 — 18,000 und mehr Fuß über der Meeresfläche erhabenen Bergen, wie Reisende berichten, sich nicht so bewegungs- und thatkräftig, als in den gewohnten niederen Gegenden, und ein äußerer Anstoß, z. B. Wind, macht sie matt, die einfache Bewegung der eigenen Glieder beschwerlich und fühlbar, oft unmöglich. Die einzelnen Glieder des Leibes leiden an der Schwächung des äußern Factors ihres Zusammenhaltes, des Luftdruckes; — die körperliche Energie, des lebenden Leibes Cohäsionskraft nimmt mit der Minderung des gewohnten Luftdruckes ab.

Kissingen im Juli 1857.

Die thierische Wärme.

Jeder Körper hat seine specifische Wärme, d. h. die verschiedenen Körper haben verschieden großen Aufwand von Brennstoff vonnöthen, der sie um einen gewissen Grad höher zu erwärmen vermag; jede Flüssigkeit hat ihren bestimmten Siedepunkt und die verschiedenen Mineralien werden bei verschieden hoher Hitze geschmolzen, ihr Schmelzpunkt aber ist bei jeglichem beständig immer derselbe. Auch die thierische Wärme ist eine verschiedene bei den verschiedenen Thiergattungen, sie ist aber immer dieselbe bei ein und derselben Thiergattung, unabhängig von der äußern Temperatur oder dem Medium, in dem die Thiere leben, sie mögen den Polar- oder Aequatorialregionen angehören. Die Wärme des Menschen, weißen oder schwarzen, mißt 37° C. (29,6° R.). Alter, Körperconstitution und Klima bedingen keine oder eine äußerst geringe Verschiedenheit der specifischen Wärme des Menschen. John Davy machte auf seiner Reise von England nach der Insel Ceylon die Beobachtung, daß die Temperatur mehrerer Schiffsleute unter den verschiedenen Breitegraden zwar etwas von ihrer früheren abwich, daß jedoch die Differenz hievon nicht einen Grad betrug.

Die physikalisch bestimmbare Quelle der beständigen Wärme des Thierleibes ist bekanntlich die Verbrennung von Kohlenstoff und Wasserstoff seiner Bestandtheile durch den aus der Atmosphäre eingeathmeten Sauerstoff. Die Wärmemenge, welche der thierische Leib seiner Umgebung mitzutheilen vermag, läßt sich erfahrungsgemäß bis auf ein Zehentheil aus der Menge des eingeathmeten Sauerstoffes berechnen. Der Grund aber warum die thierische Wärme in jedem Moment dieselbe ist, liegt noch im Dunkeln. Wenn wir aber in einem geschlossenem Raum z. B. in einem Zimmer einen beständigen Wärmegrad erhalten wollen, so muß man dem Feuerherde immer vorerst so viel Brennstoff zuführen, als Wärme durch die Zimmerwände und Fenster verloren geht. Hiebei macht man aber die Beobachtung, daß ein Zimmer mit Aufwand von desto weniger Brennmaterial erwärmt werden kann, je kleiner es ist; und dann eine fernere Beobachtung, daß in einem verschlossenen Feuerherd nur so viel Brennstoff verzehrt werden kann, als Raum für ihn und den hiezu tretenden Sauerstoff vorhanden ist. Es mag noch so viel Brennstoff und Sauerstoff vorräthig sein, so wird deshalb keine größere, sondern eben nur so viel Wärme erzeugt werden können, als es der Verbrennungsraum gestattet. Ein ähnliches Verhältniß muß auch im thierischen Organismus obwalten. Der Raum, in welchem seine Elementarstoffe verbrennen, das ist mit Sauerstoff sich verbinden, ist im thierischen Leibe ein bestimmter stets sich gleich groß bleibender, wenigstens im ausgewachsenen Zustande desselben; nur dadurch ist es möglich, daß stets dieselbe Wärme in und an denselben objectiv durch das Thermometer wahrzunehmen ist. Hier drängt sich nun naturgemäß die Frage auf, welcher oder wo ist der Verbrennungsherd der Stoffelemente im thierischen Leibe? Wir wissen, daß der zur Verbrennung erforderliche Sauerstoff in den Athmungsorganen von dem Blute aufgenommen wird. In dem Blute, welches in den Arterien und Venen, Schlag- und Blutadern fließt, kann aber die Verbrennung nicht stattfinden. Ein aus der Ader gelassenes Blut kühlt sich der Temperatur des es umgebenden Mediums gemäß beständig ab, ungeachtet es fortwährend mit dem Sauerstoff der Luft in Berührung sich befindet. Wir wissen ferner durch experimentelle Forschungen, daß das arterielle Blut nicht so warm ist, als das venöse, daß also das Blut, welches eben aus den Lungen mit dem Sauerstoff der Luft beladen durch das linke Herz und die Schlagadern

strömt, kühler ist, als das seines Sauerstoffes beraubte zu dem Herz und den Lungen zurückfließende Blut. Wir müssen also den Verbrennungsort an dem Ende der Arterien und dem Anfange der Venen suchen, das ist in den Haar- oder Capillargefässen. Die Haargefässe, wegen ihres kleinen Durchmessers so genannt, sind aber keine Canäle mit eigenen Wandungen, wie die Schlag- und Blutadern, sondern nur als die leeren Räume zwischen den organischen Zellen zu betrachten. In ihnen nun kommt das Blut in unmittelbare Berührung mit den organischen Zellen. Es möchte zur Zeit kein Physiolog mehr daran zweifeln, daß der Verbrennungsherd der Stoffelemente in den Haargefäßen stattfindet, hier also der Ursprung thierischer Wärme zu suchen ist.

Wir schließen uns der Ansicht derjenigen an, welche *glauben*, daß die Blutkügelchen blos die Träger des Sauerstoffes seien, daß sie nemlich den Sauerstoff, den sie der atmosphärischen Luft entzogen, den organischen Zellen zutragen. Die Function der Blutkügelchen, sobald und so lange sie solche sind, besteht in Sauerstoff-Aufnahme und Abgabe. Werden sie unfähig, dieser Function vorzustehen, so hören sie auf Blutkügelchen zu sein, sie zerfallen in ihre Elemente, welche theils den organischen Zellen zur Nahrung dienen, theils sich zur Ausscheidung aus dem Organismus eignen.

Von dem noch räthselhaften Verhältniß, in welchem die organischen Zellen zu dem Sauerstoff der Blutkügelchen gesetzt sind, machen wir uns folgende Vorstellung. Als eine thierische Zelle stellt sich der Anatom ein nur mikroskopisch sichtbares mehr oder weniger regelmäßig oder unregelmäßig kugelig geformtes Gebilde vor, welches aus einer Hülle (der Zellenmembran), einem flüssigen Inhalt (Zelleninhalt) und einem in diesem enthaltenen Kern (Zellenkern) besteht. Der Zellenkern ist selbst oder kann selbst eine werdende Zelle sein, und es sind Zellen zu beobachten, welche zwei oder mehrere Zellenkerne besitzen. Man sieht diese Zellenkerne innerhalb der Zellenmembran mehr oder weniger von einander entfernt, und sich gegenseitig abschließend selbst zu Zellen mit Zellenkernen werden. Jede einzelne Stelle entsteht durch und innerhalb einer älteren Zelle, und die jüngsten Zellen in einem thierischen Organismus haben eine unzählige Menge von Ahnen. In der Entstehung neuer Zellen innerhalb älterer Zellen (Mutterzellen) besteht das Wachsthum des thierischen Leibes. Die durch die Zellenerzeugung bewirkte Massenzunahme setzt aber einen Stoffzusatz von

Außen als nothwendig voraus. In der Aufnahme dieses Stoffzusatzes besteht die Ernährung. Wie aber das Thier als Makroorganismus mit seinen Extremitäten, den Füßen, Händen und Freßwerkzeugen nach seiner Nahrung im Groben gehet, dieselbe ergreifet, zerstückelt und in sich ziehet; ebenso muß auch der Mikroorganismus, die organische Zelle sich ausdehnen, mit ihrem Nahrungsstoff sich in Berührung setzen, diesen zersetzen und dann in sich ziehen.

Sehr bezeichnend nennt Prof. Leydig die Zellen, „die kleinsten organischen Körper, welche eine wirksame Mitte besitzen, die alle Theile auf sich selber und ihr Bedürfniß beziehet". Zur Aufnahme von Nahrungsstoffen werden die organischen Zellen durch den Sauerstoff der Blutkügelchen angeregt. Dieser, der Sauerstoff nämlich, muß nothwendigerweise, um sich an den Blutkügelchen angehängt in Adhäsion zu erhalten, selbst im Zusammenziehungszustand sich befinden. Gelangt nun ein Blutkügelchen an eine organische Zelle, so wird durch diese die Zusammenziehung des vom Blutkügelchen getragenen Sauerstoffes in Ausdehnung versetzt, weil ja die Zelle festsitzt, ihren Platz nicht verändern kann. Während der Zellenexpansion mindert sich die Cohäsion (der Zusammenhang) der Zellenelemente, und diese sind nun in der Lage, sich von einander zu trennen, sind scheidungsfähig. Die am meisten von der Zellenmitte entfernten, am wenigsten von ihr (dem Zellenkern?) angezogen gehaltenen Elemente werden nun, weil von der Stelle beweglich, von dem Sauerstoff der Blutkügelchen angezogen, mit ihm verbunden, d. i. verbrannt. Nach diesem, dem Zellenausdehnungs- und Stoffausscheidungsacte erfolgt erst die Wiederzusammenziehung der organischen Zellen, in welchem Momente die Zellen aus dem flüssigen, formlosen Theile des Blutes, der Blutflüssigkeit, Stoffelemente an sich und in sich hineinziehen, sie als Nahrung aufnehmen, sich einverleiben. Je nach dem Grade der Ausdehnung werden die Stoffelemente der Zelle von einander getrennt, und, so kann man annehmen, verschiedene Elemente ausgeschieden, — und je nach dem Grade der Wiederzusammenziehung der Zellen werden mehr oder weniger oder auch verschiedene Stoffelemente aus der Blutflüssigkeit als Nahrungsstoff in die organischen Zellen hineingezogen. Von dem Grade der Ausdehnung und Wiederzusammenziehung der organischen Zelle ist eine reichlichere Ausscheidung und Ernährung abhängig. Durch die Zusammenziehung des an den Blutkügelchen adhärirten

Sauerstoffes, durch die Verbindung von Zellenelementen mit dem Sauerstoff, und durch die Wiederzusammenziehung und Stoffanziehung der organischen Zellen wird leerer Raum erzeugt, d. i. wird Wärme frei. Die Quelle der thierischen Wärme ist daher eine dreifache, die Berührung der Zellen durch den Sauerstoff der Blutkügelchen, die Secretbildung und die Zellenernährung. Der Herd der Wärmeerzeugung ist der Intercellularraum: er liegt innerhalb der Capillargefäße. Wird ein Thermometer an das lebende thierische Gewebe angedrückt, so erleiden durch den beständig unterhaltenen dreifachen Contractionsact die Massentheilchen des Thermometers eine Ausdehnung, zeigen die Wärmeentwicklung an. Die stete Gleichmäßigkeit dieser Wärmeentwicklung ist aber durch den Umstand begründet, daß der Raum, in welchem der dreifache Contractionsact, die Wärmeerzeugung stattfindet, stets von derselben Größe ist, die Summe der sich in demselben befindenden und contrahirenden Atome immer gleich sein, die darin entwickelte Wärme stets die gleiche Intensität zeigen muß.

Je näher das Thermometer der Wärmequelle, dem Verbrennungsherd, gebracht wird, und je weniger Extra- und Intercellularmasse zwischen jener und dem Thermometer liegt, desto richtiger kann die thierische Wärme gemessen werden. Da diese schlechtleitende Zwischenlage zwischen Wärmequelle und dem Thermometer an verschiedenen Körperstellen verschieden dick ist, so kommt es auch, daß das Thermometer, angelegt an verschiedenen Körpersstellen, auch eine verschiedene Temperatur zeigt. An den mit der dünnen Schleimhaut bedeckten Stellen, z. B. in der Mundhöhle, unter der Zunge oder sonst, ist mittels des Thermometers eine höhere Temperatur wahrzunehmen, als an den Stellen der äußern Haut. Da wo die Cutis dünner ist, z. B. in der Achselhöhle, ist sie höher als an der Hand, dem Arm oder dem Rücken. So werden auch alle Organe, welche mehr aus selbstständigen Zellen bestehen, eine höhere Temperatur zeigen, als Organe, welche mehr und größtentheils aus Zwischengewebe, aus Intercellularstoff, wie z. B. das Knochengewebe, bestehen.

Kinder zeigen eine höhere Temperatur als Erwachsene und Greise. Während des Wachthums eines thierischen Leibes werden nämlich fortwährend neue Zellen erzeugt, wie wir oben erwähnten. Jeder neue Zellenkern aber bildet sich durch einen Contractionsact der Mutterzelle. Jeder dieser neu entstandenen Zellenkerne wird

durch die Zusammenziehungskraft der an den Blutkügelchen anhängenden Sauerstoffatome zur Expansion gebracht und hiedurch zur selbstständigen Zelle entwickelt. Die größere Summe der sich contrahirenden Molecule bei den im Wachsthum begriffenen Thieren ist auch die Ursache der höheren Temperatur dieser, hinzugerechnet noch den Umstand, daß die stetige Zellenvermehrung des wachsenden Leibes den Intercellularraum, die Hohlräume der Capillarien verkleinern, in einem kleineren Raum also auch die erzeugte Wärme intensiver auf das Steigen des Thermometers wirken muß.

Bei jenen Thierclassen, deren specifische Wärme größer ist, als die anderer, muß man ebenfalls annehmen, daß die Capillar-Räume kleiner sind, und die relative Summe der sich contrahirenden Molecule, der verbrannt werdenden Stoffe, größer ist als bei andern. So ist die thierische Wärme der Vögel größer als die der Säugethiere, die Temperatur dieser wieder höher als die der Fische und Molusken.

Organe oder organische Theile, welche sich im Entzündungszustand befinden, zeigen ebenfalls eine höhere Temperatur. Ein die Entzündung hervorrufender Reizungsgegenstand innerhalb der Intercellularhohlräume, z. B. ein eingedrungener fremder Körper, ein in ihnen liegen oder sitzen gebliebener Secretstoff (Schärfe) oder selbst die durch eine klaffende Wunde eingedrungene atmosphärische Luft, übt auf seine Umgebung einen Druck aus, welcher übrigens auch durch eine von außen her stattfindende mechanische Bewegung, Stoß oder Schlag, ersetzt sein kann. Dieser mechanische Druck, welcher in seiner Wirkung der durch die sich contrahirenden Sauerstoffatome hervorgerufenen Zellenexpansion auf die Blutflüssigkeit gleichzustellen ist, verursacht in der Blutflüssigkeit eine Molecularcontraction, welche, mit Wärmeentwicklung verbunden, jene aus dem amorphen in den sogenannten plastischen, entzündlichen Exsudats-Zustand verwandelt. Während die Blutflüssigkeit im gesunden Zustande in den Kreis der durch den Sauerstoff der Blutkügelchen expandirten und sich nachher wieder zusammenziehenden organischen Zellen als Nahrung hineingezogen wird, bleibt sie im Entzündungszustande in den Intercellular- oder Capillarräumen als Gerinnsel liegen.

In den meisten fieberhaften Zuständen ist die am menschlichen Leibe durch das Thermometer meßbare Wärme eine höhere als im gesunden Zustande. Nach unsern Elementarbegriffen ist anzunehmen, daß die Molecularcontraction in dem Blute bei Fiebern das Ueber-

gewicht über die Molecularexpansion habe. Es gilt z. B. als letztes und innerstes charakteristisches Zeichen der typhösen Fieber, daß die sogenannten Lymphadern und Lymphdrüsen statt entwickelter Blutzellen eine Menge von Blutkörnern enthalten, welche eben nur wieder noch unentwickelte Blutzellen sind. Die vorwiegende Contractionsthätigkeit und die mangelhafte Expansionskraft hat sie nicht zur Entwicklung gelangen lassen. Als Gegensatz der erhöhten Temperatur bei Fiebern ist der niedere Temperaturgrad bei andern Krankheiten, insbesondere der Cholera zu betrachten. Während die objektiv wahrnehmbare Körperwärme bei Fiebern, selbst im Froststadium, eine Höhe von 32 bis 34° R. (letztere ist die bei Menschen bis jetzt als höchste wahrgenommene) erreicht, sinkt sie bei der Cholera in dem asphyktischen Stadium auf 25, ja sogar 21° R. herunter. In dem Kältestadium der Cholera ist der Blutlauf in den kleinen Gefäßen und den Capillarien sistirt, und es können daher weder die organischen Zellen der verschiedenen Gewebe durch den Sauerstoff der Blutkügelchen zur Expansion angeregt, noch Stoffelemente der Zellen mit dem Sauerstoff verbunden, noch die Blutflüssigkeit, in den contrahirten plastischen Zustand versetzt, als Nahrung aufgenommen werden. Es fehlen die drei Wärmefactoren.

München im August 1857.

Die thierische Elektricität.

Sowie die Wärme, welche der thierische Leib entwickelt und von ihm aus in seine Umgebung fortgeleitet wird, durch das Thermometer gemessen werden kann, so kann auch die elektrische Bewegung, welche an der Oberfläche des thierischen Leibes statt hat und von ihr ausgeht, durch ein Elektrometer erkannt werden. Die aus dem Körper fortgeleitete Wärme dehnt die Glas- und Quecksilbermolecule aus, und die auf der Thierleibsoberfläche statthabende elektrische Bewegung lenkt die Magnetnadel eines Multiplicators aus ihrer natürlichen Richtung, — eine positiv elektrische Strömung entfernt die Goldblättchen eines Bohneberger'schen Elektrometers von einander, eine negativ elektrische nähert sie einander. Die elektrische Bewegung, welche sich auf der Haut des gesunden Menschen offen-

bart, ist gewöhnlich positiver Art, eine aus dem Körper strömende. Die Stärke derselben ist entsprechend dem Grade der Wärmeentwicklung. Je höher nämlich die Körperwärme, oder je stärker der Blutverkehr in dem Körper oder in einem einzelnen Theile desselben ist, desto positiver ist die elektrische Strömung, welche an der Oberfläche des menschlichen Leibes wahrzunehmen ist. In krankhaften Zuständen, in welchen der Blutlauf an der Körperoberfläche gehemmt oder unterbrochen ist, z. B. in dem Kältestadium bei der Cholera ist gar keine elektrische Reaction bemerkbar. In andern Körperzuständen reagirt die menschliche Haut negativ elektrisch. Die Haare mancher Thiere und Menschen knistern elektrisch beim Streichen oder Kämmen, und es gibt Damen, welche im Nachtdunkel bei Entkleidung ihrer seidenen Stoffe zu ihrem Erstaunen elektrische Funken entweichen sehen; — bei andern Thieren und Menschen wieder findet dieses nicht oder in geringerem Maaße statt.

Die auffallendsten und stärksten elektrischen Entladungen im Thierreiche kommen aber bekanntlich bei den sogenannten elektrischen Fischen vor; der Zitteraal, der Zitterroche und der Zitterwels besitzen die Eigenschaft und Fähigkeit, elektrische Schläge auszutheilen, so zwar, daß andere in ihrer Nähe befindliche kleine Fische dadurch betäubt und getödtet werden, die jenen dann zum Raube dienen. Humboldt erzählt gelegentlich der Beschreibung einer Jagd der Indianer auf die Zitteraale, daß durch wiederholte elektrische Schläge dieser sogar Pferde betäubt, ja getödtet werden. Wenn man mit der einen Hand den Rücken des Zitterrochens nnd mit der andern Hand den Bauch oder eine metallne Platte, auf welcher der Fisch mit jenem liegt, berührt, so empfindet man einen elektrischen Schlag, der sich wie der Schlag einer elektrischen Batterie durch eine Kette von mehreren Personen fortpflanzen kann. Selbst elektrische Funken sind sichtbar bei dem Ueberspringen des elektrischen Stromes dieser Fische von einem Gegenstand zum andern. Diese Fische besitzen nun ein eigenes sogenanntes elektrisches Organ, der Zitterroche seitlich am Bauche, der Zitteraal längs des Schwanzes. Der Bau dieses elektrischen Organes hat die größte Aehnlichkeit mit dem Gewebe und dem Zellenbau der Muskeln in ihrem primitiven Zustande; — auch steht das elektrische Organ so wie der Muskel unter dem Einflusse des Nervensystems und hängt seine Wirkung wie die des Muskels von den Nerven ab. Die Anzahl der Nervenzweige, mit welchen die elektrischen Organe mit dem Rücken-

marke in Verbindung stehen, ist eine auffallend große. Diese thierisch-elektrische Entladung hängt von dem Willen des Fisches ab; nicht immer und meist nur auf geschehene Reize hin theilt er elektrische Schläge aus, sowie auch die Muskelbewegung willkürlich geschieht. Man kann daher nicht das elektrische Organ, wegen der scheinbaren Aehnlichkeit seines Zellenbaues mit einem Volta'schen Säulenbau, mit einer galvanischen Batterie vergleichen, wohl aber ist ein Vergleich dem Sinne nach mit dem Inductionsapparate*) zulässig. In ähnlicher Weise wie von einem einzigen schwachen Volta'schen Element ein Inductionsapparat in Wirksamkeit gesetzt wird, so zwar, daß er je nach seiner Größe eine weit intensivere Entladung hervorbringen kann, als es eine aus vielen Elementen bestehende Volta'sche Säule vermag, in ähnlicher Weise so zu sagen entwickelt auch das elektrische Organ dieser Fische durch den Nerveneinfluß heftige elektrische Entladungen. Der Nerv muß als Volta'sches, inducirendes Element angesehen werden und das dem primitiven Muskelgewebe ähnliche elektrische Organ ist dem Nebendraht oder Eisenstab eines Inductionsapparates zu vergleichen. Bekanntlich laufen in einem Inductionsapparat zwei lange zur gegenseitigen Isolirung mit Seide umsponnene Metalldrähte um eine Holzspule gewunden neben einander. Derjenige Draht, durch welchen man einen elektrischen Strom aus einem Volta'schen Element leitet, heißt der Hauptdraht, der durch ihn gehende Strom der Hauptstrom. Während dieser den Hauptdraht durchströmt, wird der Nebendraht in den sogenannten elektrotonischen Zustand versetzt. (Dasselbe widerfährt einem Eisenstab, der statt eines Nebendrahts in den Hohlraum des Holzspule gelegt wird.) In dem Momente des Eintrittes des elektrischen Stromes aus dem Volta'schen Element in den Hauptdraht und im Momente des Aufhörens oder der Unterbrechung des elektrischen Stromes erfolgt durch den Nebendraht eine elektrische Entladung, ein zweiter Strom, welcher beim Beginne des Hauptstromes eine diesem entgegengesetzte, und beim Ende von jenem eine mit diesem gleiche Richtung hat. Der elektrische Strom in dem Nebendraht heißt der inducirte. So mag es sich auch mit der elektrischen Entladung der Fische verhalten. Das unter dem Einfluß des Willens stehende Rückenmark derselben stellt das Volta'sche Element dar; die zu dem

*) S. Anfangsgr. d. Physik p. 213—218.

elektrischen Organ gehenden Nerven sind mit dem Hauptdraht, das muskelartige, elektrische Organ ist mit dem Nebendraht zu vergleichen. Den Contractionsact der ausgebildeten Muskel in Folge des Willens- und Nerveneinflusses ist in eine Paralelle zu stellen mit dem sogenannten elektrotonischen Zustande, dem Zustande nämlich, in dem sich der Nebendraht oder ein Eisenstab, während daß ein elektrischer Strom, der Hauptstrom, um ihn läuft, befindet. Der Muskel erhält durch den Willens- und Nerveneinfluß (wie der Elektromagnet, die Kraft, Eisen anzuziehen), die Kraft, sich zusammenzuziehen und die Knochen anzuziehen.

Wir sind nun an einem Punkt angelangt, wo es uns drängt, der Quelle der thierischen Elektricität nachzuspüren. Diese muß nämlich in dem Nervensysteme gesucht werden.

Die gröbere Anatomie unterscheidet zweierlei Nervenmasse, eine graue und eine weiße. Die feinere Anatomie hat mit Hilfe des Mikroskopes uns gelehrt, daß die graue Nervenmasse eine Menge selbstständiger runder ohne oder mit einem, zwei oder mehreren Nerven-Ausläufern bestehender Zellen, die weiße Nervenmasse eine Menge neben einander gelegener Fasern, Nervenfibrillen sei. Es zweifelt gegenwärtig kaum ein Physiolog mehr, daß die Nerventhätigkeit in den Zellen der grauen Masse ihren Sitz habe, und daß die Fortleitung dieser Thätigkeit durch die Nervenfibrillen, der weißen Masse also, geschehe. Haben wir früher darzuthun gesucht, daß die elektrische Action und Reaction eines anorganischen Körpers auf der Molecularausdehnungs- und Zusammenziehungsthätigkeit eines solchen beruhe, daß Harz oder Glas durch Reibung, zweierlei Metalle durch den Contact, durch auf jeden derselben ungleichgradig wirkende Wärme, durch chemische Zersetzung und Verbindung abwechselnd in Molecularexpansion und Contraction versetzt werde, warum sollten wir nicht auch dasselbe von den organischen Stoffen vermuthen dürfen, daß nämlich ihre Molecule, wenn sie sich ausdehnen und zusammenziehen, elektrisch wirken? Setzen wir den Fall, daß eine Zelle der grauen Nervenmasse sich ausdehnt über das Maß ihres normalen Volumens, so verursacht sie auf die mit ihr verbundenen oder von ihr ausgehenden Leitungsnervenfasern einen Stoß, der von diesen durch Vibration fortgeleitet wird. Oder, es zieht sich die Zelle der grauen Nervenmasse zusammen, so verursacht diese eine Zugbewegung in den Nervenfasern. In dem ersten Fall wird die fortgeleitete Bewegung in den

Nervenfibrillen mit einer positiv-, in dem zweiten Fall mit einer negativ-elektrischen Bewegung verglichen werden können. Umgekehrt, wird ein auf den Nerven von außen geschehener und durch Vibration der Nervenfasern zu den Zellen der grauen Masse fortgeleiteter Stoß die Zelle zur Contraction nöthigen, ein auf die Nerven von außen wirkender und von diesen fortgeleiteter Zug eine Ausdehnung der Zelle der grauen Nervenmasse verursachen.

Es giebt nun in dem Leibe der Wirbelthiere dreierlei graue Nervenmassen, die Ganglien des sympathischen Nerven, von denen die Organe der Ernährung und Ausscheidung beherrscht werden, zweitens die graue Nervenmasse, welche in Mitte des Rückenmarkes und des Gehirnes eingebettet sich findet, und drittens die graue Schichte, welche das Gehirn wie ein Mantel äußerlich *umhüllt*. Die Ganglien des sympathischen Nerven stehen nun in inniger Verbindung durch Nervenfibrillen einerseits sowohl mit den Schleimhäuten als auch mit den correspondirenden Muskelfasern der Ernährungs- und Secretionsorgane, anderseits durch Nerven und Nervengeflechte mit den Ganglien anderer Organe und mit dem Rückenmark und Gehirn. Erhält nun ein Nerv an den Oberflächen des Schleimhautsystemes einen Anstoß, einen Reiz, so wird diese Stoßbewegung durch die Vibration der Nervenfasern zu den Zellen der grauen Ganglienmasse fortgeleitet. Diese Zellen müssen durch den erlittenen Stoß, weil sie amobil, sich zusammenziehen. Diese Zusammenziehung verursacht in den Nervenfibrillen, welche von ihnen aus zu den Muskelfasern gehen, eine Anziehung und durch die Vibration derselben eine Zugbewegung in denselben, die fortgeleitet wird zu den Muskelfasern selbst, welche hierauf sich zusammenziehen, ähnlich wie ein Eisenstab durch Atomencontraction magnetisch wird. Ist nun aber der Reiz, den die grauen Ganglien erleiden, ein fortdauernder und ungewöhnlicher großer, so daß die Zellen nicht stärker sich zusammenziehen können, so wird der Reiz, die Stoßbewegung nicht nur mittelst der sympathischen Nervengeflechte zu andern Ganglien, sondern auch zu dem Rückenmark und Gehirn fortgeflanzet, gleichwie sich die überladene Conductorskugel einer Elektrisirmaschine entladet. Diese Fortpflanzung erregt die Empfindung in den Eingeweiden und den Schmerz.

Die Empfindung besteht in der Zusammenziehung oder Ausdehnung derjenigen Zellen, deren Summe die graue Gehirnumhüllung ausmacht. In diese münden aber auch Nervenfibrillen, welche

die äußere Haut und die Sinnesorgane mit dem Gehirn unmittelbar verbinden. Ein von den Haut- und Sinnesnerven von außen erlittener Anstoß (oder Reiz) wird mittelst ihrer Vibration zu den Zellen der grauen Gehirnumhüllungsschichte fortgeleitet. Die Zusammenziehung dieser Zellen wird, wie gesagt, die Empfindung genannt. Von den Zellen der grauen Gehirnumhüllungsmasse gehen aber wieder Nervenfibrillen zu der grauen Nervenmasse, welche in Mitte des Gehirnes und des Rückenmarkes eingebettet liegt. Eine Ausdehnung, und wir nennen sie die willkürliche, der Zellen dieser grauen Gehirnumhüllungsschicht verursacht nun eine stoßende (positive) Bewegung auf die Nervenfibrillen, welche zu der mitteren grauen Gehirn- und Rückenmarksmasse gehen. Gelangt die fortgeleitete Stoßbewegung zu diesen, so müssen sie sich zusammenziehen. Die Zusammenziehung aber der Zellen dieser grauen Mittelmasse hat eine (negative) Zugbewegung in denjenigen Nerven zur Folge, welche von hier aus zu den sogenannten willkürlichen Muskeln gehen. Diese Muskeln (in einen elektrotonischen Zustand, wie ein Elektromagnet versetzt) ziehen sich alsdann zusammen und vollziehen die freie Körperbewegung. Würden diese Muskeln in ihrem primitiven, unentwickelten Zustand ohne Knochenansatz sich noch befinden, wie das elektrische Organ der Fische, so würden sie, so glaube ich, ebenfalls wie dieses sich des sogenannten inducirten Stromes entladen. Daß aber auch willkürliche Contraction eines wirklichen ausgebildeten Muskels einen elektrischen Strom mitzuerregen im Stande ist, geht aus folgendem Experiment von Du Boi hervor: Wenn man nämlich mit seinen beiden befeuchteten Händen je eine von den kupfernen Handhaben an den beiden Drahtenden eines Multiplicators faßt, so zeigt sich an der Abweichung der Magnetnadel desselben, daß ein elektrischer Strom von der einen Hand zu derjenigen andern Hand geht, an welcher man die Hand- und Armmuskel in active Contraction versetzt. Dieser Strom erklärt sich dadurch, daß man annimmt, der positive oder Abstoßungspol werde durch die Wärme an der Hand mit den nicht activ zusammengezogenen Muskeln, der negative oder Anziehungspol durch die Contraction der Muskel an der andern Hand, beziehungsweise durch den bei der willkürlichen Muskelcontraction stattfindenden von der Peripherie gegen das Rückenmark hin gerichteten (vitalelektrischen) Strom der Nerven gesetzt. Durch die Thermoelektricität allein läßt sich dieser Strom nicht erklären,

weil er nur stattfindet, wenn thätig die Muskeln der einen Hand zusammengezogen werden, und immer nur zu der Hand hin die Richtung hat, deren Muskeln man zusammenzieht. Hingegen ist diejenige Elektricität, welche man mehr oder weniger stark positiv in verschiedenen Lebenszuständen des Menschen durch den Elektrometer beobachtet, eine thermale, — die Quelle dieser positiven Elektricität immer die Wärme des Leibes. Die durch das Blut und seine Zersetzung erwärmten und sich ausdehnenden organischen Zellen des Körpers wirken abstoßend nach außen, verursachen eine positiv-elektrische Bewegung, welche, wie in obenerwähntem Experiment, mittels einer leitenden Verbindung mit einem negativen Pol einen elektrischen Strom zu erzeugen im Stande ist.

Wenn es nun keinem Zweifel unterworfen werden kann, daß elektrische Bewegung im thierischen Leibe statt hat, also so zu sagen es eine thierische Elektricität giebt, so gut wie eine anorganische, — so wird es auch, denke ich, nicht mehr unglaublich erscheinen, daß eine an Wasserdampf reiche Atmosphäre, daß Bäder und besonders Mineralbäder die thierische Elektricität aus dem menschlichen Leibe ableiten können, worüber wir uns in früheren Briefen ausgesprochen haben. Hier ist aber auch die Gelegenheit geboten, die Vermuthung auszusprechen, daß die im und aus dem thierischen Leibe sich entladende Elektricität auch auf den Leib eines zweiten Thieres eine Wirkung äußern muß. In dieser Wirkung bestünde nämlich der thierische Elektricismus, welche Benennung ich gerne an die Stelle des thierischen Magnetismus zu setzen wünschte, da man zur Zeit nicht mehr daran zweifeln kann, daß jeder Magnetismus auf der Elektricität beruhe. Sowie die Wirkung der heftigsten aller elektrischen Entladungen in unserer Außenwelt, des Blitzes nämlich, in der größten Entfernung oder sowie eine Elektricitätsmaschine auf Thiere eine betäubende ist, — so wie durch den elektrischen Schlag der sogenannten elektrischen Fische kleine Fische getödtet, größere Thiere betäubt werden, so concentrirt sich auch die Wirkung, die der sogenannte Magnetismus auf andere, in der Regel schwächliche Menschen auszuüben vermag, auf Einschläferung und Betäubung. Ueber die Möglichkeit dieser Wirkung jedoch ein Andersmal.

München im October 1857.

Empfinden, Denken und Wollen.

An dem Embryo der höheren Thiere und auch des Menschen sind von den Anatomen vorübergehende Formen in der Organisation beobachtet worden, welche als stetig gebliebene Bildungen in den Körpern der niederen Thierclassen vorkommen. Ein großer Theil angeborner Bildungsfehler des Menschen hat in diesen vorübergehenden Formen der Entwicklungsstufen seinen Grund. Daraus hat man den Schluß gezogen, daß der Leib der höheren Thiere während seiner Entwicklung die Formen niederer Thiere zu durchlaufen habe. Ja man hat diesen Gegenstand auf die höchste Spitze getrieben, indem man annahm, daß während der Schöpfungsperiode das höhere Thier aus dem niederen, eine mehr entwickelte Pflanze aus einer minder vollkommenen sich erst herausgebildet habe. Zu dieser Ansicht sind die Materialisten der gröbsten Art gelangt. So wie letztere Ansicht absurd, so ist der erstere Schluß falsch, ist von und nach der verkehrten Richtung gezogen. Nicht der Leib höherer Thiere hat bei seiner Entwicklung die Formen der niederen zu durchlaufen, sondern umgekehrt des niederen Thieres Leibesformen haben ihren Grund in der idealen Leibesform des höheren und höchsten Thieres. Während der menschliche Leib die höchste Entwicklung der idealen Form von und nach jeder Richtung ungehindert oder trotz der Hindernisse erreicht hat, wurde der Leib der Thiere und Pflanzen, deren Ureltern bei ihrer Entwicklung wahrscheinlich durch andere gleichzeitig sich entwickelnde Geschöpfe an Raum beschränkt wurden, zum Theil gehindert nach gewissen Richtungen sich zu entwickeln, zum Theil (durch Raumeröffnung?) verführet nach gewissen Richtungen sich mehr und unverhältnißmäßig zu dem Hauptplan auszubilden. Den kopflosen und gliederlosen Thieren kann man entgegenstellen die Gliederthiere und die gefiederten. Bei den Säugethieren wiegt der Rumpf vor. So wie Gebäude, von deren Bestandtheilen, die einen unverhältnißmäßig größeren Raum einnehmen, als andere, z. B. ein blosser Thurm, oder ein Haus mit hohem Dach und kleinem Stock, oder ein Gebäude mit vielen und großen Fenstern und Thüren und kleinen Wänden oder umgekehrt ein Haus ohne oder mit zu kleinen Fenstern und Thüren, — sowie solche Gebäude an Brauchbarkeit und Schönheit weit nachstehen einem im reinsten Ebenmaße seiner Bestandtheile hergestellten Bauwerk, — ebenso läßt der harmonische

Bau des menschlichen Leibes weit hinter sich die unharmonisch in ihren Theilen entwickelten Organismen der Thiere und Pflanzen.

Wie die Form, so ist auch das gegenseitige Größenverhältniß der einzelnen Organe zu dem ganzen Organismus in dem menschlichen Leibe ein richtiges, dem Werthe bezüglich des Ganzen entsprechendes, ein weniger richtiges und unrichtiges in den thierischen und pflanzlichen Organismen.

Die Vergleichung der Gehirne der verschiedenen Thierclassen mit dem menschlichen Gehirn hat unter Anderm auch ergeben, daß das Gewichtsverhältniß des Gehirns zu dem Gewicht des ganzen Leibes unter allen Thierclassen bei dem Menschen am größten ist, — mit Ausnahme bei einigen kleinen Vögeln und Affen. Fernere Vergleichungsmethoden werden, so glauben wir, das Endergebniß liefern, daß die Summe derjenigen Theilchen des Hirnes, welche die Werkzeuge der Wahrnehmung und des Denkens abgeben, bei dem Menschen am größten sei. Als solche sind wir aus den bisherigen Forschungen berechtiget diejenigen (grauen) Nervenzellen anzuerkennen, welche in ihrem Zusammenhange die graue Umhüllungsmasse, die Rinde des großen Hirnes ausmachen. Sie gehören zu den kleinsten Nervenzellen des Leibes. Bezüglich der Kleinheit kommen ihnen gleich oder am nächsten alle jene innerhalb der weißen Nervenfasermasse liegenden Nervenzellen, welche sensitive Nervenfasern aufnehmen, während jene, welche Bewegungsnervenfasern aufnehmen die größeren und die größten sind. Kleine und große, oder sensitive und Bewegungsnervenzellen finden sich getrennt in der Mitte des Gehirnes. In der Mitte des Rückenmarkes aber vereinigen sich in den Nervenzellen sowohl sensitive als Bewegungsnervenfasern. Beide stehen durch eigene Nervenfasern mit den Nervenzellen der Umhüllungsmasse des großen Gehirnes in Verbindung. Die in der Mitte des Gehirnes eingebetteten sensitiven und Bewegungsnervenzellen, und die in Mitte des Rückenmarkes befindlichen sensitiv motorischen Nervenzellen sind als die Vermittlungsorgane anzusehen zwischen Empfindung und Wahrnehmung einerseits und zwischen Wollen und Bewegen anderseits. Jede objective Empfindung ist eine Wirkung der Aussenwelt auf die peripherischen Zellen des Leibes, welche diese in Contraction versetzt, — diese Contraction bewirkt eine Anziehung und ruft eine negative Strömung in den Empfindungsnerven hervor, in Folge dessen die Mittelnervenzellen des Gehirnes oder Rückenmarkes eine

Ausdehnung erleiden. Die Ausdehnung dieser ruft einen positiven Nervenstrom hervor, welcher von den Mittelnervenzellen aus sich fächer- oder strahlenbündelförmig in den Nervenfasern der weißen Markmasse des großen Hirnes bis zu den Nervenzellen der Rindensubstanz derselben fortpflanzt und diese in Contraction versetzt. In dem verschiedenen Grad der Contraction der Nervenzellen der Rindensubstanz des großen Hirnes ist die der verschiedenartigen Einwirkung der Außenwelt entsprechende Verschiedenheit der Gefühlswahrnehmungen zu suchen. Es läßt sich durch nichts begründen, daß in der Rinde des großen Gehirnes bestimmte den äußern Sinneswerkzeugen entsprechende Partieen von Nervenzellen anzunehmen seien. Im Gegentheil, es ist eine bekannte Erfahrung, daß ganze Partieen des großen Gehirnes verletzt und entfernt werden können, nicht nur ohne Schmerz zu erregen, sondern auch ohne die Wahrnehmung von Empfindung sinnlicher Eindrücke theilweise aufzuheben. Es ist, entgegen der Gall'schen Schädelortsdeutung, vielmehr wahrscheinlich, daß für alle und jede verschiedenen Empfindungen die ganze Summe von Nervenzellen der Rindensubstanz des großen Hirnes empfänglich und contractile sind. Diese einer elektrischen Vertheilung vergleichbare Mittheilung eines von den Mittelnervenzellen ausgehenden und sich über die ganze Mark- und Rindensubstanz des großen Gehirnes verbreitenden Nervenstromes gilt uns als eine Brücke von dem Stoffigen zu dem Unstoffigen, oder vielmehr der stofferzeugenden und stoffhaltenden Kraft, dem Lebensprincip des Thieres, der Seele, und endlich dem Geiste des Menschen. Es ist das Gehirn das Organ des Menschen, wodurch sein Geist, der bei seiner Erzeugung in dem Ei erweckt, unbewußt von der ihm von den Vor- und Ureltern angestammten Thätigkeit den Leib schuf und entwickelte, zum Bewußtsein kömmt, — zuerst zum Bewußtsein, daß es für ihn eine Außenwelt giebt, und dann zum Bewußtsein seiner selbst, daß er es ist, der empfindet und wahrnimmt.

Eine Uhrfeder verliert ihre Spannkraft, je öfter sie gedehnt wird, und eine Saite verliert ihre Spannkraft, je öfter sie angespielt wird. Sowie nun das wiederholte Ausdehnen oder das öftere Anschlagen der Stahlfeder oder der Saite einen bleibenden Eindruck zurückläßt, so ähnlicherweise mag eine durch eine Empfindung hervorgebrachte Contraction der Nervenzellen der Rindensubstanz des großen Hirnes einen bleibenden Eindruck zurücklassen, — der Spannkraft, das ist der nach jeder Zusammenziehung wieder eintretenden

Ausdehnungsfähigkeit der Nervenzellen, Abbruch thun. Dieser zurückbleibende Theil der durch eine Empfindung auf die Gehirnnervenzellen hervorgebrachten Wirkung, ist der Grund der Erinnerung des Geistes an die in der Vergangenheit erlittene Empfindungen. Es ist bekannte Thatsache, daß die Eindrücke der frühern Jugend und Kindheit dem Menschen am längsten erinnerlich bleiben und die im hohen Alter erlebten Empfindungen nach kurzer Zeit gänzlich dem Gedächtniß wieder entschwinden. Die Frische und die größere Elasticität der jugendlichen Gehirnnervenzellen und die geringere der Nervenzellen des Gehirnes von Greisen kann als Grund davon angesehen werden.

Auch die Seele des Thieres hat eine Erinnerung an Eindrücke, die ihm früher geworden, aber nur dann und in dem Moment, wenn sich ihm die früheren Eindrücke wiederholen. Der menschliche Geist aber ist im Stande, früher erlebte Empfindungen sich zu jeder Zeit und ohne äußere Veranlassung in der Erinnerung vorzustellen, früher gesehene Bilder willkürlich sich innerlich zur Anschauung zu bringen. Der Geist, derselbe, der sich verstoffet hat, und fremden Stoff sich eigen macht, der sich seinen Leib geschaffen, gebildet und entwickelt hat, bringt, gerade sowie eine Einwirkung der Außenwelt, dieselben Gradationen von Zusammenziehung der Nervenzellen der Rindensubstanz des großen Gehirnes hervor, erneuert die alten früher erlittenen und wahrgenommenen Empfindungen, setzt und stellt sie sich vor und zusammen, das heißt er denkt. Die Summe der gedachten Empfindungen, der Erinnerungen macht sein Gedächtniß aus.

An dem großen Gehirn hat aber der Geist nicht bloß ein Organ der Wahrnehmung und des Denkens, sondern auch ein Organ des Willens. Wahrnehmen und Denken geschieht durch Contraction der Nervenzellen der Großhirnrindensubstanz, das Wollen geschieht durch Ausdehnung eben dieser Nervenzellen. Sowie wir bei jeder einzelnen Empfindung, welche zum Gehirn geleitet worden, die Theilnahme an derselben aller und sämmtlicher Nervenzellen der Großhirnrindensubstanz angenommen haben, eben so nehmen wir auch beim Vorgang des Wollens eine Ausdehnung sämmtlicher eben dieser Nervenzellen an, deren Richtungsresultante eine bestimmte Nervenzelle von der in der Mitte des Gehirns oder Rückenmarks eingebetteten grauen Masse, eine bestimmte Mittelnervenzelle ist, von welcher ein bestimmter Leitungsnerve zu

einem bestimmten Muskel, der in Contraction versetzt werden soll, gehet.

Die Richtung aber der Willensleitung wird controlirt durch ein zweites Willensorgan des Geistes, durch das kleine Gehirn. Die Rinde des kleinen Gehirns besteht nicht aus kleinen Nervenzellen wie die Rinde des großen Gehirns, sondern aus großen, sogenannten Bewegungsnervenzellen. Durch Nervenfasern stehen das große und kleine Hirn miteinander und mit den Mittelnervenzellen des Gehirns und Rückenmarkes in leitender Verbindung. In dem Moment, in dem der durch die Willensausdehnung der Nervenzellen der Großhirnrindensubstanz erzeugte Nervenstrom auf einer Vermittlungsnervenzelle sich concentrirt und diese zur Zusammenziehung zwingt, erregt diese Zusammenziehung nicht nur in den Muskelbewegungsnerven, sondern auch in dem Leitungsnerven, welcher von der Vermittlungsnervenzelle zu dem kleinen Hirne geht, einen negativen Nervenstrom, welcher dort in dem Muskel einen mit dem elektrotonischen vergleichbaren neurotonischen Zustand verursacht, hier aber die Nervenzellen der Rinde des kleinen Gehirns zur Ausdehnung nöthigt. Diese Ausdehnung verursacht nun in den Nervenfasern, welche das kleine Hirn mit dem großen in leitende Verbindung bringen, einen positiven Nervenstrom, welcher abermals eine Contraction der Nervenzellen der Großhirnrindensubstanz, das ist eine Empfindung hervorbringt, das Bewußtsein erzeugt von der eigenen Körpersbewegung. Zu dieser Annahme verleitet mich der Umstand, daß bei Verletzungen oder Krankheiten des kleinen Hirnes eine Unsicherheit in der Körperbewegung überhaupt und eine Verwirrtheit der Sprache insbesondere die einzigen mit Gewißheit wahrnehmbaren krankhaften Symptome sind. Wird nämlich durch Verletzung oder Krankheit des kleinen Hirns das große Hirn außer leitender Verbindung mit jenem gebracht, so mangelt dem großen Gehirn die Anzeige der geschehenen Bewegung, dem Geiste das Bewußtsein von derselben, und daher das Eintreten von Unsicherheit und Ungewißheit in einem nachfolgenden Bewegungsmomente.

München im December 1857.

Die Ernährung.

Der Krystall wächst, man kann sagen nährt sich, indem an ihn vermöge seiner Zusammenziehungs- und also Anziehungskraft ihm gleichartige, nicht weiter theilbare Theilchen sich anlegen. Ein Krystall besteht aus ebenso viel Individuen als er Krystallatome hat. Die Pflanze und das Thier aber, oder ein Pflanzen- oder ein Thierkeim sind Individuen, welche nicht wieder aus ein und denselben einander gleichartigen kleinen Individuen, wie der Krystall, zusammengesetzt sind, sondern sie nähren sich aus ihnen nicht gleichartigen Theilen ihrer Umgebung.

Pflanzen und Thiere suchen sich ihre Nahrung, indem sie sich ausdehnen, und machen dieselbe sich eigen, indem sie sich zusammenziehen. Diese den Pflanzen und Thieren innewohnende Doppelkraft der Ausdehnung und Zusammenziehung ist abhängig von äußeren auf sie einwirkenden Zusammenziehungs- und Ausdehnungskräften, und sie wird erst unabhängig und frei, wie wir schon einmal erwähnten, in dem freien Willen des Menschen.

Die äußere Kraft, welche die Pflanze oder den Pflanzenkeim zur Ausdehnung bringt, ist die Wärme, und diejenige, welche sie zur Zusammenziehung nöthiget, das Licht. Wärme wird erzeugt, d. i. ein Körper wird erwärmt, oder was dasselbe ist, er wird in seinen kleinsten Theilen ausgedehnet, durch einen sich in seinen kleinsten Theilen zusammenziehenden, raumfreigebenden Körper. In der Atmosphäre und in der Oberfläche der Erde suchten wir den Grund der Wärme in der Zusammenziehung der Luftatome, welche diese durch die Stoßkraft der Sonnenstrahlen erleiden. Eine fernere Wärmequelle für die Erdkruste möchte die fortwährende concentrische Zusammenziehung unsers Planeten, die Erdmittelpunctanziehung, die Erdschwerkraft abgeben. (Wir erachten diese als die Quelle der Erdwärme). Sowie nun durch die Wärme das Wasser der Erdoberfläche ausgedehnt wird, so erleidet auch die Pflanze, der Pflanzenkeim, die Pflanzenzelle durch sie eine Ausdehnung. Die flüssigen, im Wasser löslichen und gelösten Theile des Bodens, auf welchen die Pflanze wächst, erleiden nun einerseits durch die allgemeine Wärmequelle eine Anziehung, weil sie als flüssig von der Stelle beweglich sind, — und durch die sich ausdehnende Pflanzenzelle eine Abstoßung; oder was nach unsern physikalischen Grundbegriffen dasselbe ist, — sie befinden sich innerhalb eines elektrischen,

vergleichsweise galvanischen Stromes, dessen positiver Pol die sich ausdehnende Pflanzenzelle, und dessen negativer Pol die auf die flüssigen Bodentheile wirkende Wärmequelle ist. Bekanntlich ist der elektrische Strom das kräftigste Scheidungsmittel in der Chemie für Stoffe, welche sich im flüssigen Zustande befinden. Die Zersetzung der flüssigen Bodenbestandtheile besorgen in der ausgebildeten Pflanze die Wurzelzellen derselben. Sobald aber das Licht, oder, möchte ich hinzusetzen, jede beschränkende, stoßende Kraft, also auch die positivelektrische Kraft (denn es gibt Pflanzen, welche keinem Lichte ausgesetzt dennoch wachsen, z. B. die Trüffeln) auf die Pflanzenzellen wirkt, so werden diese zur Wiederzusammenziehung gezwungen. Während ihrer Zusammenziehung zieht die Pflanzenzelle die ihr naheliegenden und durch die elektrische Zersetzung nahegerückten Bodenelemente an sich. In dieser Annäherung von Bodenelementen besteht die Nährung der Pflanze.

Die Pflanze, sowie auch das Thier wächst aber, und sein Wachsthum besteht in Zellenmehrung. Aus der ersten Zelle der Pflanze, oder ihrem ursprünglichen Keime werden durch ihre Zusammenziehung neue Zellenkerne erzeugt und während ihrer Ausdehnung entstehen aus diesen neuen Zellenkernen neue Zellen, — aus der Mutterzelle entspringen Tochterzellen. Bei dem Heraustreten der Tochterzellen aus der oder den Mutterzellen zerreißen nothwendig die Hüllen dieser, und es entstehet nun zwischen den Mutter- und den Tochterzellen ein freier Raum, ein Zwischenzellenraum, der Intercellularraum. Werden nun durch die Einwirkung einer contrahirenden Kraft, wie des Lichtes, die den Intercellularraum der Pflanze begrenzenden Pflanzenzellen zur Zusammenziehung gebracht, so wird in den Intercellularraum auch der, noch nicht in seine Elemente zerlegte, flüssige Bodenbestandtheil aufgenommen, durch die Capillarkraft, wie man sie nennt, der Intercellularräume der Bodensaft in der Pflanze in die Höhe gezogen. Man nennt diese in die Intercellularräume gezogen werdende Bodenflüssigkeit den aufsteigenden Saft der Pflanze. Wird aber die zellenzusammenziehende Einwirkung des Lichtes z. B. durch den Eintritt der Nacht unterbrochen, so hört, so lange diese währet, das Aufsteigen des Saftes auf, und dieser wird im Gegentheil, weil die Pflanzenzellen sich wieder mehr ausdehnen können, aus den Intercellularräumen gedrängt, der Saft wird ein absteigender.

Die Pflanzenzellen der Wurzelfasern, welche mit dem Boden

selbst in unmittelbarer Berührung sich befinden, zersetzen die Bodenflüssigkeit und nehmen die Elemente derselben als Nahrung in sich auf. Die inneren Pflanzenzellen aber der Wurzelstämme, des Stammes oder Stengels und der Blätter zersetzen den in den Intercellularräumen befindlichen Saft und nähren sich durch Aufnahme der zerlegten Elemente desselben. Daß durch die Wärme sowie die Pflanzenzelle so auch der aufsteigende Saft der Pflanze in Ausdehnung gebracht oder von der Wärmequelle angezogen wird, beweiset die Ausdünstung von Wasser durch die Blätter, welche sehr bedeutend ist. Bekanntlich nährt destillirtes, d. i. reines Wasser, die Pflanze nicht, sondern nur kohlensäurehaltiges Wasser. Die Kohlensäure wird aber durch den mehrerwähnten elektro-chemischen Proceß in Kohlenstoff und Sauerstoff zerlegt. Jener wird von den Pflanzenzellen als vorzüglichster Nahrungsbestandtheil aufgenommen, und der Sauerstoff entweicht, sowie das verdunstende Wasser aus den äußeren Endigungen der Intercellularräume, der Blätter nämlich. Bei Tage wechselt fortwährend der ausdehnende Einfluß der Wärmequellen mit der contrahirenden Wirkung des Lichtes auf die Zellen; — bei Nacht ist letzterer gänzlich aufgehoben, ersterer sehr gemindert. Wir bemerken daher das größere Wachsthum und Gedeihen der Pflanze, die Ausscheidung des Sauerstoffes und die vermehrte Ausdünstung des Wassers nur bei Tage und wenn die Pflanzen dem Lichte ausgesetzt sind. Bei Nacht und von Pflanzen, welche im Dunkeln wachsen, entweichet die in dem Intercellularsafte befindliche, nicht zur Nahrung der Pflanzenzelle verwendete Kohlensäure als solche aus den Pflanzen.

Das in dem Intercellularsaft enthaltene Ammoniak (Wasserstickstoff) wird von den Pflanzenzellen ebenso wie die Kohlensäure zerlegt, und scheint der Stickstoffgehalt, insbesondere des Saamens, davon herzurühren.

Die mineralischen Bestandtheile des Pflanzennahrungssaftes und diejenigen organischen, welche nicht zur Nahrung der Zellen selbst verwendet wurden, lagern sich an den Zellenwandungen ab. Jene verleihen den Pflanzenzellen ihren Halt und den Pflanzen selbst ihre Gestalt, wie das Knochenskelet dem Thiere. Die aus dem Nahrungssafte der Pflanze abgelagerten organischen Bestandtheile bilden die Secrete der Pflanzen (im weitern Sinne), z. B. das Stärkemehl, den Kleber, den Zucker.

Die Wurzel ist das Ernährungsorgan der Pflanze vorzugs-

weise, Stengel und Blatt ist der Pflanze Respirationsorgan, d. i. derjenige Theil der Pflanze, welcher dem Lichte ausgesetzt, von den Lichtstrahlen zur erneuten Lebensthätigkeit, zur erneuten Zusammenziehung angeregt wird, aus welcher sie durch Wärme in Ausdehnung versetzt wird. Das Thier hat sein Ernährungsorgan, seine Wurzel in sich hineingezogen, — es ist der Darm, — und ebenso sein Respirationsorgan in sich verwahrt, Kiemen bei der niedern, Lunge bei den höhern Thieren.

Die Stelle des Lichtes als Respirationsmittel der Pflanzen vertritt bei dem Thiere der Sauerstoff der Luft, welcher, in dessen Respirationsorgan von den Blutkügelchen vermöge ihrer Zusammenziehungs- und Anziehungskraft aufgenommen und zu den einzelnen organischen Zellen des Thierleibes geführt, diese zu erneuter Lebensthätigkeit anreget. In den Capillarien, als seinem Ruhepunkt, angelangt, wird das Blutkügelchen seines adhärirten Sauerstoffes ledig, und indem dieser sich ausdehnt, zwingt er die organische Zelle zur Zusammenziehung, und indem er sich mit dem im Blute befindlichen Kohlenstoff zur Kohlensäure verbindet, läßt er, raumgebend, eine Wiederausdehnung derselben organischen Zelle zu. Wie bekannt verläßt die Kohlensäure das Blut, ist dieses nach seinem Rücklauf in des Thieres Respirationsorgane angelangt.

Das Blutkügelchen ist ein Erzeugniß des Thieres, des Thierkeimes, eine frei gewordene Tochterzelle der ersten ursprünglichen Mutterzelle des thierischen Keimes, eine Zelle, welche nicht innerhalb der Mutterzelle an einen festen Stand gefesselt ist, sondern wie das Thier selbst eine gewissermassen freie Beweglichkeit gewonnen hat. Die Pflanze hat nur festgestellte und festgehaltene, organische Zellen und kein Blut, — das Thier aber hat organische, festen Standpunkt besitzende Zellen und zugleich frei bewegliche, an keinen fixen Punkt geheftete Zellen, Blutzellen.

Die Keimzelle der Säugethiere gelangt zur Erzeugung von Tochterzellen sowohl fixirter als freibeweglicher, durch die Anregung von Seite des Uterus. Die Keimzelle der eierlegenden Thiere gelangt zur Entwicklung, zur Erzeugung der Tochterzellen durch die Einwirkung äußerer Wärme, ähnlich wie die Pflanze, habe jene nun ihre Quelle in der Brutthätigkeit des Mutterthieres oder in der allgemeinen atmosphärischen Wärmeerzeugenden Kraft. Geschieht das Wachsthum des Thieres durch Mehrung der festgestellten organischen Zellen, so wird die Ernährung dieser und somit

des Thieres durch Mehrung der Blutzellen herbeigeführt. Wirkt sowohl auf den Eierdotter als auf die erste Blutzelle des im Ei befindlichen Thierkeimes die äußere Wärme, so wird die Blutzelle, in Ausdehnung, — der Dotter aber einerseits durch die sich ausdehnende Blutzelle, anderseits durch die allgemeine Wärmekraft innerhalb eines elektrischen Stromes versetzt. Der Dotter wird in seine Elemente zersetzt. Durch die Eischaalenhaut hindurch aber dringt der Sauerstoff der Luft. Dieser wirkt zusammenziehend auf die sich ausgedehnt habende Blutzelle, welche dadurch in den Stand kommt, die zersetzten Elemente des Dotters in sich aufzunehmen. (Denn mit einem hermetisch schließenden Kleister bestrichene Eier entwickeln keinen Embryo. Aber auch zu trockene oder trocknende Luft läßt den Embryo im Ei nicht entfalten, aus dem Grunde nämlich, weil der Sauerstoff der Luft nur durch hinreichenden Wassergehalt dieser in einen ausgedehnten Zustand, den Ozonzustand, versetzt wird, wie die bisherigen ozonometrischen Versuche darthun.) Die Blutzelle, welche also sowohl Dotterelemente innerlich in sich aufgenommen, als auch den Sauerstoff der Luft äußerlich sich angehangen hat, wird von der nun sich wieder zusammenziehenden oder den sich wieder zusammenziehenden organischen (fixirten) Zellen angezogen, sowie in dem unmittelbar vorhergegangenen Momente die sich bildende, also ausgedehnt werdende Blutzelle von der ebenfalls sich ausdehnenden organischen Zelle abgestoßen worden war. Der Moment der Ausdehnung sowohl der ursprünglichen Keimzelle als auch der aus ihr entsprungenen Blutzelle ist der Ursprung und die Grundbedeutung des Blutes aus dem Herzen, und der Moment der Zusammenziehung der Blutzelle sowohl als der ursprünglichen Keimzelle und daher der Anziehung der Blutzelle von Seite der Keimzelle ist der Ursprung und die erste Andeutung des Blutrücklaufes zum Herzen. Bei dem Embryo geschieht die Ernährung und die Sauerstoffaufnahme im Ei oder im Fruchthälter an Einem Ort, an der Dotterhaut oder in dem Mutterkuchen, — bei dem dem Ei entschlüpften oder aus dem Fruchthälter ausgetretenen Thiere aber an zweierlei Stellen, die Ernährung im Darme, die Sauerstoffaufnahme in dessen Respirationsorgan, — daher der doppelte Kreislauf des Blutes im entwickelten Thiere. Die Entstehung der dem ausgebildeten Thiere eigenthümlichen zweierlei Organe für die Ernährung und die Respiration fällt in deren Uranfang mit der Entstehung der im Em-

bryonalzustande activen Ernährungs- und Respirationsorgane zusammen, welche ihren Dienst so lange leisten, bis jene zur vollständigen Entwicklung und die jungen Thiere zur Selbstständigkeit gelangt sind. Sowie die junge Pflanze nur so lange sich von dem mit dem Eierdotter zu vergleichenden Nahrungsstoff des Saamenkornes oder die Knospe so lange von dem Nahrungsstoff des mit dem Uterus der Säugethiere zu vergleichenden Mutterstamm ernähret, bis ihre Wurzelchen entwickelt sind und aus dem Boden den nöthigen Nahrungsstoff erwerben und einsaugen können; — ebenso entschlüpft das Thier dem Ei oder löset sich von der Mutter ab, wenn seine für die Selbstständigkeit bestimmten Organe entwickelt sind. Die eine Hälfte nämlich der thierischen Keimblasenhülle, welche auf dem Eidotter aufliegt, ist nicht nur das Ursprungsorgan für Ernährung und Respiration des Thieres in seinem Embryonalzustande, sondern auch der Ursprung der Ernährungs- und Respirationsorgane des Thieres in seinem Selbstständigkeitszustand; — sie ist der Ursprung der Dotterhaut und des Mutterkuchens sowohl als des Darmes und der Kiemen und Lungen. Von des Keimes organischer Zellenmitte gehen Blutgefäße zugleich zu der Dotterhaut und der Placenta und zu dem sich in den Thierleib hineinschlagenden Schleimhautrohre, dessen Haupttheile der Darm und die Respirationsorgane bilden. Ebenso wie von dem im Embryonalzustand vorerst in größerem Umfange sich ausbildenden, vicarirenden Ernährungsorgan gehen auch von dem künftigen Ernährungsorgan, dem werdenden Darm, die Nahrungsfluidum aufnehmenden Venen zu denjenigen Darmverzweigungen, aus denen die Leber, das Gallebereitungsorgan, sich entwickelt. Von dem Chorion oder der Placenta geht das mit Sauerstoff beladene Blut ebenso wie das von den aus Schleimhautverzweigungen sich entwickelnden Lungen zu dem Herzensursprung. Und von dem Herzen geht das Blut zu den Zellen der sich bildenden Organe, den Blutdrüsen und dem künftigen Blutfluidum aussickernden Nieren als zu der im Embryonalzustand die Secretion versehenden Schafhaut. Um die Nahrung dem entwickelten Thiere zu verschaffen, muß, wie die Pflanzenwurzel, dessen Ernährungsorgan, der Darm sich ausdehnen. Der Freibeweglichkeit des Thieres aber entsprechend besteht die Thätigkeit des Darmes nicht nur in einer bloßen (stabilen) Ausdehnung seiner Zellen, sondern die Mutterzellen derselben erzeugen aus sich auch freibewegliche, von der Mutterzelle

losgerissene Zellen, welche die in den Darm gebrachten Nahrungsstoffe (chemisch) zersetzen und also fähig zur Ernährung machen. Unter diesen stehen in der Mitte die Lebererzeugnisse (Tochterzellen der Leberzellen), wir könnten sie Gallenzellen nennen, — diesen zur Seite die Darm- und Magendrüsenzellen, und endlich die Bauch- und Mundspeicheldrüsenzellen. Allen diesen gesellen sich gemeiniglich die Schleimzellen des ganzen Verdauungscanales zu. Durch Ausdehnung der Mutterzellen werden die Tochterzellen aus ihrer Geburtsstätte gestossen, indem diese durch Selbstausdehnung sich entwickeln. Durch die Ausdehnung der Schleimzellen werden in den Mund gebrachte und Magen und Därme durchlaufende Nahrungsstoffe in Gährungszustand versetzt, und durch die Berührung der also gährenden Stoffe mit den spezifisch wirkenden, durch Expansion ihre Zellenhüllen zerreißenden Speichel-, Magen- und Darmsaft- und den Gallen-Zellen werden sie in ihre Radikale und Elemente zersetzt. So weiß man, daß insbesondere durch den Magensaft die stickstoffhaltigen Ingesta, die Fleischspeisen, — durch den Mund sowohl als Bauchspeichel und die Galle Stärkmehl, Fett und die vegetabilischen Nahrungsstoffe, — durch den sogenannten Darmsaft aber sowohl Fleisch- als Mehlspeisen in Zersetzungszustand gebracht werden.

Die Aufnahme der zersetzten Nahrungsstoffe geschieht durch zwei Wege und auf zweierlei Weise. Sowie die eben durch Ausdehnung sich bildende Wurzelzelle der Pflanze bei ihrer Wiederzusammenziehung Nahrungsstoff in sich aufnimmt, und anderseits in den Zwischenzellenraum der Pflanze durch die sich zusammenziehenden Zellen (durch die sogenannte Capillarkraft) die Bodenflüssigkeit aufsteigt; — eben so, nur mehr entwickelt, stehen bei dem Thiere den in den Darm gelangten Säfte zweierlei Wege offen. Diese beiden Wege sind in den sogenannten Darmzotten vereiniget. Die Flüssigkeit des Speisebreies dringt im Zusammenziehungsmomente der Schleimhautzellen der Darmzotten durch die erweiterten Zwischenräumen jener, innerhalb der Schleimhaut stehen die Blutharrgefässe offen, in den Venenantheil derselben wird vermöge der großen Anziehungskraft des Blutes derjenige Theil des Speisesaftes hineingezogen, welcher von dem Lymphgefäßende der Darmzotte, die von den Blutcapillaren umgeben ist, nicht eingesogen wird. Dem den Bodensaft aufnehmenden Zwischenzellenraum der Pflanzenwurzel entsprechen die Blutcapillarge-

fässe des Thieres, und den Wurzelzellen entsprechen die Lymphgefäßzellen des Darmes. Die Lymphgefässe beginnen mit den Zellen der Darmzotten eines Theiles und andern Theiles mit jeder organischen (fixirten) Zelle des ganzen Thierleibes. Denkt man sich den Gefäßraum sämmtlicher Lymphadern als eine hohle Kugel, so bilden die Darmzotten und die sämmtlichen organischen Zellen die Hülle dieser Kugel. In diesen Hohlraum legen die organischen Zellen ihre Erzeugnisse, die freibeweglichen Tochterzellen, die Blutzellen nämlich. Diesem Hohlraum ist die Ausscheidefläche der organischen Zelle zugewendet. An der äußern Fläche der die gedachte Hohlkugel umhüllenden Zellen muß man sich die Capillarmündungen der Blutgefässe, der Arterien und Venen denken. Die äußere Fläche der organischen Zellen bildet die Ernährungs- oder Aufnahmsfläche. Das Lymphgefäßsystem ist also die Bildungsstätte der Blutkügelchen, und die Lymphzellen der Darmzotten sind die thätigsten Blutzellenerzeuger. Sie nehmen aus dem Speisesaft ihre Nahrung auf durch Contraction, und legen ihre durch Ausdehnung erzeugten Tochterzellen in den Hohlraum der Lymphgefässe. Die Tochterzellen, Lymphzellen oder auch Lymphkügelchen genannt, werden von den sich ausdehnenden Mutterzellen fortgestossen, sammeln sich somit in den Lymphgefäßraum in Masse, gelangen in die sogenannten Lymphdrüsen von ihrer erlittenen Stoß- und Schubbewegung in Ruhe, welche ihnen gönnet, sich durch gradweise Selbstausdehnung zu entwickeln, und werden neuerdings fort zu dem Herzen gedrängt. Sowie aber die Lymphdrüsen die Entwicklungsstellen für die Lymphkügelchen, oder die weißen Blutzellen, so ist die Milz im erwachsenen Thiere die Entwicklungsstelle für die rothen Blutzellen, vielleicht auch die Geburtsstätte neuer Tochterblutzellen, welche durch Ausdehnung der rothen Blutzellen aus diesen sich bilden und sich loßreißen. Daß die ausgebildeten Blutzellen in den Athmungsorganen in einen Zusammenziehungszustand kommen, und den Sauerstoff aus der atmosphärischen Luft anziehen, und mit diesem beladen, die organischen Zellen zu neuer Thätigkeit anregen, haben wir schon öfter erwähnt. Während nun die organischen Zellen sich zusammenziehen, ziehen sie aus der Blutflüssigkeit, welche zum Theil aus sich zersetzten Blutzellen entstanden ist, den zu ihrer Nahrung sich eignenden Antheil derselben an und in sich hinein. Die Lymphgefäßzellen der Darmzotten nehmen sich ihre Nahrung aus dem Speisesaft, sowie die Zellen der Wurzelfasern

von der von ihnen zersetzten Bodenflüssigkeit; — und die übrigen organischen Zellen des Thierleibes nehmen ihre Nahrung aus dem zwischen den Zellen in den Blutgefässen fließenden Blutsaft, sowie die Zellen der Wurzeläste, des Stengels und der Blätter aus dem in dem Zwischenzellenräumen auf- und absteigenden noch unzersetzten Bodensaft. Sowie in den Zwischenzellenraum auch Stoffe aus dem Boden gelangen können, welche nicht zur Pflanzenzellenernährung dienen, ja oft die Pflanze vernichten können, — so werden auch von den Blutadern der Darmzotten aus den in den Darmcanal gebrachten Stoffen solche durch Endosmose aufgenommen, welche nicht nährungsfähig sind, sie mögen, wie z. B. Kochsalz oder Weingeist einen nützlichen, oder wie die Gifte einen schädlichen Einfluß auf Blut und organische Zellen haben.

München, im Januar 1858.

Stoffabsatz und Stoffausscheidung.

Der thierische Keim ist allanfangs eine Zelle, welche mit der einen Hälfte ihrer Umhüllungshaut an den sie nährenden Eidotter, — mit der andern Hälfte so zu sagen frei liegt. Man theilt den Keim, wie man ihn mit dem Mikroskop beobachtet, in drei Blätter ab, und nennt die an dem Eidotter anliegende, von dem Auge zu unterst gesehene Umhüllungshauthälfte das untere oder auch Schleimblatt, weil nämlich aus ihr der die Nährung besorgende Schleimhautkanal entsteht; — die freie von dem Auge zu oberst gesehene Hälfte der Umhüllungshaut das obere auch seröse Blatt; — und den Zelleninhalt das mittlere Blatt. Aus dem obern Keimblatt bildet sich die äußere Haut (Cutis), — und durch Einstülpung in das mittlere oder in den Zelleninhalt das Nervenrohr. Aus dem mittleren Blatt entwickeln sich die sogenannte Gewebe als Gefässe, Muskeln, Knochen, Nerven u. s. f. Auf dem oberen und unteren Blatte befinden sich die sogenannten selbstständigen, d. h. selbstständig bleibenden Zellen, die Epithelialzellen. Diese haben den Charakter der Mutterzellen beibehalten und erzeugen freibewegliche Tochterzellen fortan. Das Nervensystem ist, wie wir früher erwähnten, aus selbstthätigen Zellen, den Nerven- oder Ganglienzellen der grauen

Nervenmasse und den leitenden Nervengeweben, den weißen Nervenfasern zusammengesetzt. Darauf scheint mir auch die Entstehung des Nervenrohres aus dem obern Blatte durch Einstülpung in das mittlere Blatt zu deuten.

Die Gewebe bestehen aus sogenannter Bindesubstanz. Diese ist der Stoff, welcher während der Entwicklung und des Wachsthumes des Leibes an die innere Wandung der Zellen abgelagert wird. Er verleihet wie die Holzsubstanz der Pflanze der Zellenmasse des Thierleibes Halt und Gestalt. Sie ist nicht zur Lebensthätigkeit bestimmt, sondern dient dem Körper als Stütze. So bilden die Knochen die Stütze des ganzen Leibes und das Gerüste seiner Gestalt, und alle weichen Organe verdanken ihre Form dem Bindestoff, welcher an die Wände der Zellen abgelagert wird. Der Bindestoff, gallertartiger Natur, Leim oder Knochenerde, scheint im gesunden Zustande des Erwachsenen, nachdem er einmal abgelagert ist, nicht mehr dem Wechsel unterworfen zu sein. Ist das Thier erwachsen, so ist der Ansatz des Bindestoffes an die Zellenwände ein äußerst geringer, und ist die ursprüngliche Zelle ganz mit dem abgelagerten Stoffe angefüllt, so hört in ihr die Lebensthätigkeit auf, sie bleibt todt wie eine Steinmasse. Während der Entwicklung des Thieres ist die Stoffablagerung an die Zellenwände am stärksten. Das den Ernährungs- und den Ablagerungsstoff besitzende Blut ist und bleibt immer dasselbe, hat dieselbe Zusammensetzung. Wenn nun bei dem erwachsenen Thiere nicht mehr soviel Bindestoff an die Zellenwände abgelagert werden kann wie bei dem kindlichen Leibe, so müßten die Ablagerungsstoffe im Blute bleiben, dieses müßte ein Uebermaaß von solchen Stoffen erhalten, würde diesen nicht durch die Nierensecretion ein Ausweg aus dem Leibe gestattet sein. Wir finden in der That auch den Urin desto ärmer an Harnstoff, Erden und Salzen, je jünger das Thier oder der Embryo ist, und desto reicher daran, je älter das Thier wird. In krankhaften Entwicklungszuständen, z. B. der Knochen bei der sogenannten englischen Krankheit, wo zu wenig Knochenerde an die Wände der Knochenzellen abgelagert wird, findet man den Harn reicher an Erden und Salzen; — und wenn ein Mensch von Gicht befallen ist, also in einem Zustande sich befindet, wo Harnstoff, Erden und Salze in den Intercellularräumen gewisser Organe abnormer Weise abgelagert werden, — zeigt sein Urin sich ärmer an Harnstoff, Erden und Salzen.

Durch die Nieren, welche den Harn absondern, gehen alle jene Theile des Blutes aus dem Leibe, welche nicht oder nicht mehr zur Ernährung sich eignen. Als die allen durch die Nieren entfernt werdenden Stoffen gemeinschaftliche Ursache ihrer Nährungsunfähigkeit halte ich den ihnen gewordenen Verlust der Fähigkeit, sich so viel auszudehnen, um sich mit den sich eben zusammenziehenden organischen Zellen innig zu verbinden. Sie müssen sich selbst in sich zusammengezogen haben. Die Zusammenziehung, wie hier der Grund zur Ausscheidung, ist auch die Ursache der Ablagerungsfähigkeit des Bindestoffes an die Zellenwände. Letztere dienen als Ankrystallisationspunkte für die sich zusammenziehenden Stoffelemente, und zwar ist die Eigenthümlichkeit der verschiedenen organischen Zellen und ihrer Wände der Grund, daß sich je an Wände der verschiedenen Zellen auch verschiedengradig sich zusammenziehender Stoff ansetzet, so an die Wände der Knochenzellen phosphorsaure oder kohlensaure Kalkerde, an die Muskel- und Sehnenzellenwände Leimstoff, an die Wände der Knorpelzellen die Knorpelsubstanz u. s. f. — Daß die Eigenthümlichkeit der Wände der verschiedenen Zellen es ist, welche den ihm entsprechenden Stoff an sie ansetzen läßt, es mag der durch den Blutlauf an sie gelangende Stoff so verschiedenartig wie immer sein, dafür möchte die Aehnlichkeit des Umstandes sprechen, daß die Form und die Absatzprodukte der veredelten Bäume und Sträucher in dem Mutterstamm anders ist, als in dem Theile des Baumes, welcher aus dem veredelnden Reiß stammt, — obwohl beide, Mutterstamm und veredelter Stamm, aus dem Boden den gleichen Nahrungssaft erhalten.

Den nicht mehr zur Ernährung dienlichen, sich zusammenziehenden Stoffen und Stoffelementen ist in den Nieren des Thierleibes ein Ausgang gegeben. Sie sind als der Ort zu betrachten, an welchem die Arterien (Schlagadern) ehe sie zu Haargefässe werden, nach außen geöffnet sind, — im Gegensatze zu den Darmzotten, in welchen die Venen (die zur Leber gehenden Blutadern) durch ihre Poren diejenigen flüssigen Stoffe des Darmcanales, welche nicht von den Lymphgefässen als den Blutzellenerzeugungsorganen aufgenommen werden, in sich aufnehmen. Die Epithelialzellen der Nierenschleimhaut erweitern durch ihre mit Ausdehnung abwechselnde Zusammenziehung ihre Zwischenzellenräume, d. i. ihre Poren, und gestatten und erleichtern dadurch den Austritt des Harnsecretes, — sowie die Epithelialzellen der Darmzotten durch ihre inter-

mittirende Zusammenziehung den Eintritt der Darmflüssigkeiten in die Venen gestatten. Aber auch die größere oder geringere Contraction der Arterienenden in den Nieren erschweret oder erleichtert den Austritt der ausscheidungsfähigen Stoffe. So sehen wir bei Fiebern mit hartem Puls, d. i. bei sich mehr contrahirende Arterien die Urinsecretion spärlich werden, und wenn bei gewissen Herzkrankheiten Wassersucht entstehet, oder überhaupt bei Wassersucht, wo die Urinsecretion verringert ist, so wird diese durch Reichung von rothem Fingerhutkraut, welches bekanntlich eine Erschlaffung der Arterien, einen weichen und langsamen Puls, bewirkt, wenn möglich wieder hergestellet. Anderseits sehen wir bei jenen krankhaften Zuständen, in welchen wie bei der Bright'schen Krankheit die Epithelialzellen der Nieren abgestossen werden, nebst den nicht mehr zur Ernährung dienlichen excretionsfähigen Stoffen auch nährende Stoffe des Blutes, wie Eiweiß, durch die Nieren secernirt werden. Aehnliches findet aber auch im Darmcanale statt, wenn die Darmzotten ihrer Epithelialzellen beraubt werden, — es fließt aus den in die Venen übergehenden Arterien das Blutwasser aus, wie es bei der epidemischen Cholera, bei Typhusdiarrhöen und nach der Wirkung starker die Epithelialzellen wegnehmenden Abführmittel der Fall ist.

Die Harnsecretion, die Exosmose der Nieren, steht also in geradem Gegensatz zu der Stoffaufnahme, der Endosmose der Darmzottenvenen. Sowie von diesen nicht nährungsfähige Stoffe, Metalle, Laugen- und Erdsalze und Alkaloide aufgenommen werden, so werden diese auch durch die Nierenarterien wieder ausgeschieden. Jede auch die kleinste Gabe von Jodkali, welche durch den Darmcanal aufgenommen wird, kann in dem darauf ausgeschiedenen Urin wieder aufgefunden werden. Stoffe, welche nicht zur Ernährung sich eignen oder nicht mehr im Blute von nöthen sind, z. B. Wasser, Natron und salzhaltige Mineralwässer oder künstlich bereitete Getränke vermehren bekanntlich die Urinsecretion.

Sowie wir von den Wasser ausdünstenden Häuten (der Schleimhaut der Luftröhren und der Cutis) ein Analogon bei den Pflanzen in den Wasser ausdünstenden Blättern finden, so möchte uns auch die Beobachtung eines der geistreichsten Naturforscher, daß durch die Wurzel der Pflanzen das mit Lakmus blau gefärbte Wasser, in dem er sie wachsen ließ, roth gefärbt wurde, nämlich durch eine aus der Wurzel ausgeschiedene Kohlensäure, — zu der

Vermuthung verleiten, daß die Pflanzenwurzeln nächst der Nahrungsstoffaufnahme auch eine mit der Function der Nieren vergleichbare Rolle im vegetativen Lebensprocesse spielen möchten.

München im Februar 1858.

Die Quelle der innern Erdwärme.

In meinem Briefe über „Ernährung" habe ich gelegentlich eine Ansicht über die innere Wärme der Erde geäußert, welche ich hiermit einigermaßen zu erläutern suche. Bekanntlich nimmt man in den tiefern Schachten der Bergwerke eine höhere Temperatur wahr, als eben die ist, welche auf der Oberfläche der Erde herrscht, — und Messungen mittelst Thermometrographen der untersten Wasserschichten artesischer Brunnen haben ergeben, daß die Wärme derselben mit ihrer Tiefe zunimmt, so daß ungefähr mit jeder 90 bis 100 Fuß größeren Tiefe die Temperatur um Einen Grad Celsius zunimmt. So fand man in einem Bohrloch bei Rüdesdorf in der Mark Brandenburg, welches bis zu 730 Fuß unter den Meeresspiegel hinabreicht, in der Tiefe von 60 Fuß eine Temperatur von $10^3/_5$, in einer Tiefe von 200 Fuß eine Temperatur von $11^4/_5$, in einer Tiefe von 400 Fuß eine Temperatur von $14^1/_5$, in der Tiefe 680 Fuß eine Temperatur von $17^1/_4$ Grad Celsius. — In dem Bohrloche des artesischen Brunnens in Grenelles bei Paris ergab die thermometrographische Untersuchung eine Temperatur von $27^7/_{10}$ Grad Celsius in einer Tiefe von 1650 Fuß, und in jenem zu Neusalzwerk in Westphalen in einer Tiefe von 2050 Fuß die Temperatur von $32^3/_4$ Grad Celsius — Würde die Temperatur gleichmäßig mit der Tiefe von 100 zu 100 Fuß je um Einen Grad zunehmen, so ließe sich in der Tiefe von 10000 Fuß die Temperatur des siedenden Wassers zu 100 Grad Celsius vermuthen. Diese Vermuthung weiter geführt, müßte in der Tiefe von ungefähr fünf geographischen Meilen eine Hitze herrschen, bei welcher Gußeisen und Basalt in Fluß oder in den Schmelzzustand gerathe. Auf obige objective Wahrnehmung und die daraus gefolgerten Vermuthungen hat man nun angenommen, daß das Innere der Erde in feuerflüßigem Zustand verharren müße, daß von diesem

die innere Erdwärme herrühre, daß durch dieselbe das von der Oberfläche der Erde in die Tiefe sinkende Wasser der Thermen erhitzt würde und daß endlich die Lavaströme der Vulcane ihre Quellen in der feuerflüßigen Maße des Innern der Erde hätten. Da in kalten Regionen befindliche Steinkohlenlager als verkohlte Ueberreste von Wäldern von Palmen sich erweisen, welche nur in den heißesten Zonen zu unserer Zeit noch gedeihen können, so zog man daraus den Schluß, daß auf unserer Erde allerorts in den antediluvianischen Zeiten eine viel höhere Temperatur geherrscht haben müsse. Man nimmt ferner noch an, daß unser Planet früher eine glühende, feuerflüßige Maße vorstellte, welche an ihrer Oberfläche durch Wärmeausstrahlung in den kalten Weltraum sich allmählig abgekühlt habe und nun eine äußere feste Kruste besitze, welche ein feuerflüssiges Innere umschließe.

Wir geben zu, daß mit der Tiefe auch die innere Erdwärme zunimmt, — denn dieß beweiset die objective Wahrnehmung; — aber nicht können wir uns mit den daraus gefolgerten Schlüßen oder Vermuthungen vereinigen, — daß das Erdinnere nämlich in feuerflüßigen Zustande sich befinde. Wir führen hier nur nebenbei an, daß eine solche Vermuthung vom chemischen Standpuncte aus nicht stichhaltig ist. Veranschaulichen wir uns die Thatsache nach unserer Weise: Die Luft der tiefern Schachten ist von der Atmosphäre in dieselbe eingedrungen, und das Tiefenwasser der Bohrbrunnen stammt ebenfalls aus der Atmosphäre und hat sich in die Erdentiefe versenkt. In dem Luftraum der Schachten ist der Luftdruck größer als auf der Erdoberfläche, und die unterste Schichte einer hohen Wassersäule ist selbstverständlich mehr zusammengedrückt als die einer weniger hohen Wassersäule. Daraus geht hervor, daß auch die Luftmolecüle in den tiefern Schachten und die Wassermolecüle der untern Wasserschichten eines artesischen Brunnens eine geringere Ausdehnung alldort besitzen, als solche auf der Erdoberfläche. Abgesehen davon, daß sowie ein Stoß auch ein fortgesetzter Druck der Luft- oder Wassermasse auf das Steigen des Quecksilbers oder einer andern Flüssigkeit eines empfindlichen Thermometrographen einen Einfluß ausüben kann, so gewinnen die zusammengedrückten Luft- oder Wassermolecüle vermöge ihrer erlittenen Zusammenziehung eine größere Anziehungsfähigkeit, — sie werden, weil schwerer, von der Erde mehr angezogen. — Nun nimmt bekanntlich die Schwere oder Erdanziehung mit der Tiefe zu. Ein Pfund wiegt in den grö-

ßeren Tiefen, sowie auf den abgeplatteten Polen mehr, als auf der Oberfläche der Erde und in den Aequatorialgegenden; — ein Pendel macht in tiefen Schachten und an den Polargegenden in einer Minute mehr Schwingungen als auf der Erdoberfläche und am Aequator. Also auch die Luftmolecüle der tiefern Schachtenräume und die Molecüle der tiefern Wasserschichten der Bohrbrunnen werden von der Erdmitte mehr angezogen, als jene der höher liegenden Schichten. Werden die Luft- und Wassermolecüle von der festen Erde der Schachte und der Bohrbrunnen mehr angezogen, so werden sie von einem in die Mitte der Luft- oder Wassermasse gebrachten Thermometer hinweg und abgezogen, — die Massentheilchen des Thermometers gewinnen mehr freien Raum, können sich ausdehnen, und die Menschen in der Luft tiefer Schachten fühlen sich erwärmet. Die Luft- und Wassermolecüle aber, welche zunächst an die festen Erdwände der Schachte und Bohrbrunnen gelangen, werden selbst ausgedehnt, weil ja die Anziehungskraft der Erde auf ihrer Cohäsions- oder Zusammenziehungskraft beruhet, also Raumgebend, ausdehnend und demnach erwärmend ist. Erwärmte d. i. ausgedehnte Luft- oder Wassermolecüle werden von der Erde weniger angezogen, sind von geringerer Schwere und werden als leichtere Theilchen von den schwereren beweglichen Molekülen der oberen Luft- oder Wasserschichten verdrängt, sie werden in die Höhe gehoben, und kommen als erwärmte Luft oder erwärmtes Wasser endlich zu Tage. Dieß ist denn auch der Ursprung der warmen oder heißen Quellen, deren Temperatur den Maaßstab gibt für die Tiefe ihres Ursprunges. Das Emporgehobenwerden der ausgedehnten, erwärmten und daher leichteren Luftmolecüle aus den tiefern Schachtenräumen in die höheren und endlich in die Atmosphäre bedingt das Hinabfallen frischer Luft aus der Atmosphäre und also einen beständigen Luftwechsel, eine Luftreinigung, ohne welche in kurzer Zeit die Luft in den tieferen Schachten für die Menschen untauglich zum Einathmen werden würde.

Wir sehen also die Erdanziehungskraft für die Quelle der innern Erdwärme an, und stellen die Anziehung der Erde in Eine Linie mit der Raumfreigebung, welche bei der Verbrennung d. i. der Verbindung der größern Raum einnehmenden Wasserstoff- und Sauerstoffgase miteinander zu weniger Raum einnehmenden Wasser statt findet. Da die Erdanziehung oder die Schwerkraft mit der Tiefe oder der Annäherung an den Erdmittelpunkt im quadra-

tischen Verhältniß zunimmt, sowie sie mit der Entfernung von demselben in dem nämlichen Verhältniß abnimmt, ebenso nimmt auch, wie wir sahen, die Temperatur, oder die cubische Ausdehnung der Thermometerflüssigkeit mit der Tiefe, d. i. der Annäherung an den Erdmittelpunct zu. Denken wir uns einen Canal von der Oberfläche der Erde aus in eine Tiefe von fünf geographischen Meilen gezogen, so kann durch die dort herrschende größere Anziehungskraft der Erdmaße derjenige Theil von dieser, welcher mit der durch den Canal ein- und zu ihr dringenden Luft aus der Atmosphäre in Berührung kommt, in so ferne er verbrennbar ist, d. i. mit dem Sauerstoff der Luft eine Verbindung einzugehen fähig ist, sich entzünden und mit solcher Hitze verbrennen, daß Eisen und Granit geschmolzen werden. Die in dieser Tiefe herrschende große Erdanziehung dienet dem Brennstoff als Entzündungstemperatur, wie die Wärme einer Flamme dem angrenzenden Talg oder Holz. Auf diese Weise ließe sich die Entstehung der feuerflüßigen Lava der Vulcane erklären. Wir haben in einem frühern Briefe über das Polarlicht noch einer andern Kraft, des elektrischen Stromes, Erwähnung gethan, welcher im Stande seyn könnte, sowie Erderschütterungen auch Entzündung von Inflammabilien in der Tiefe der Vulcane zu verursachen.

München im Februar 1858.

Zur Lehre von den Epidemieen.

Epidemische Krankheiten sind solche, welche durch eine auf alle Bewohner eines Landes oder Bezirkes gemeinschaftlich wirkende schädliche Ursache hervorgebracht werden. Man nennt sie endemische, wenn diese gemeinschaftliche Ursache an einen gewissen Ort gebunden ist. Ich füge noch hinzu, es gibt endemisch-epidemische Krankheiten, solche nämlich, an deren Entstehen zwei gemeinschaftliche Ursachen wirkten, eine über ein ganzes Land verbreitete, epidemische, und eine einem gewissen Orte oder gewissen Orten nur eigenthümliche, endemische.

Welche sind aber solche gemeinschaftliche Ursachen von Epidemieen und Endemieen? Sie können nur in solchen Medien zu suchen seyn, welche überhaupt auch bei gesunden Zustand allen Bewohnern

eines Landes gemeinsam sind, — sie müssen in der **Atmosphäre** gesucht werden. Der Einfluß der atmosphärischen Luft auf unsern Leib besteht nebstdem daß sie uns das Licht der Sonne und der übrigen Gestirne zuleitet, vorzüglich darin, daß sie uns erwärmt oder erkaltet, daß sie elektrisch und durch Druck auf uns wirkt, daß sie uns den Sauerstoff beim Athmen gibt und die von uns ausgeschiedenen Gase in sich aufnimmt. Die atmosphärische Luft ist und bleibt nicht immer dieselbe, — sie erleidet Veränderungen durch die Sonne einerseits, und durch den Boden anderseits. Von der Sonne werden die Luftmoleküle (mit vierfachen Stickstoff beladene Sauerstoffatome) je nach der stärkern oder schwächern Lichtstrahlung in größere oder geringere Contraktion versetzt. Diese hat, wie wir schon wiederholtermalen darzuthun suchten, das Verdunsten flüssiger Stoffe der Erdoberfläche und jener der auf ihr lebenden Geschöpfe zur Folge. Als erstes Glied dieser verdunstbaren Stoffe ist das Wasser der Meere, Seen, Teiche, Flüsse, des Bodens, der Pflanzen und Thierleiber zu erwähnen. Ausserdem sind es vorzüglich diejenigen flüssigen Stoffe, welche durch die Verwesung animalischer und vegetabilischer Reste in Gasform sich verwandeln. Findet die Verwesung derselben in früchtebringender Erde statt, so werden die Gase aus ihnen zur Ernährung und zum Wachsthum der Pflanzen verwendet. Findet die Verwesung aber an unfruchtbaren Stellen statt, so gelangen die Verwesungsgase in die Atmosphäre. Diese nimmt jene aber in reicherem Maaße auf, wenn sie trocken ist d. i. wenn ihre Intermolekularräume durch die die Moleküle contrahirenden Sonnenstrahlen weiter gemacht worden sind, — sie nimmt die Gase in geringerem Maaße auf, wenn sie feucht ist, d. i. wenn die Intermolekularräume durch Mangel an Molecularcontraktion verkleinert werden. Anderseits ist nicht zu übersehen, daß feuchte, d. i. Regen-absetzende Luft die Verwesung animalischer und vegetabilischer Abfälle begünstigt, ja zur Verwesung unumgänglich nöthig ist. Auf daß trockne, vielmehr trocknende Luft mit Verwesungsgasen sich schwängern kann, müssen die Verwesungsstoffe vorher, sey es nun durch das schon im Boden vorhandene Wasser bei hinreichend hohem Grundwasser oder durch fallenden Regen, befeuchtet seyn. Die Verwesungsgase, sowie sie im Schooße der Erde fruchtbringend sind für die Pflanzen, sind sie nachtheilig und Unheilbringend für Menschen und Thiere, die in der Umgebung leben, in welche diese Gase aufgenommen wurden. Dieser Fall tritt ein, wenn auf anhaltendem

Regen anhaltende Trockenheit folgt. Der Wirkungskreis dieser schädlichen Gase kann jedoch zum Glück sich nicht weit über den Raum des Bodens hinaus, welchem die Gase entströmen, sich erstrecken, weil diese sich in kurzer Zeit nach allen Richtungen hin vertheilen, so daß ihr quantitatives Verhältniß zu den normalen unschädlichen Bestandtheilen der Luft allzugeringe wird, als daß sie schädlich auf die Menschen wirken könnten. Beschleunigt wird die Vertheilung durch eine rasche Luftstömung, — Winde vertreiben die bösen Dünste.

Trockne Luft und feuchte Luft sind in ihrer Wirkung auf den menschlichen Leib sich entgegengesetzt. Trockne Luft befördert, feuchte Luft verhindert oder hemmet die Ausdünstung des Körpers. Trockne Luft bewirkt durch Molekularanziehung in ihre beständig leerwerdende Intermolekularräume eine Ausdehnung der festgesetzten Theile der Oberfläche des Leibes, der sogenannten selbstständigen Zellen der Haut, der Epitheliolzellen, — während bei feuchter Luft dieses nicht statt findet. Hitze befördert die ausdehnende Wirkung der trockenen Luft, Kälte mäßiget dieselbe, während Kälte die Hautzellen contrahirt und von der feuchten Luft daran nicht gehindert wird. Starker Luftdruck mäßiget die Zellenausdehnende Wirkung der Hitze und Trockne, erhöhet aber die Zellenzusammenziehende Wirkung der kalten feuchten Luft.

Dauert die Ausdehnung der Hautzellen bewirkende Lufttrockenheit lange und continuirlich an, so wird ein Moment kommen, in welchem die Hauptzellen sich nicht mehr in dem Grade ausdehnen können, als die Luft es zu bewirken mächtig ist, — nach diesem Zeitpunkt werden die ausgedehnten Hautzellen durch den obwaltenden Zug in die leerwerdenden Intermolecularräume der Luft von dieser angezogen und in Spannung versetzt, d. i. die Luft wirkt negativ-elektrisch auf die Haut.

Durch die Ausdehnung nun der selbstständigen Hautzellen wird in den an sie angrenzenden sympathischen Nerven eine positive Nervenströmung zu den Ganglienzellen entstehen, welche eine Contraktion der Ganglienzellen, und sofort eine negative Nervenströmung in jenen Nerven hervorruft, welche mit den Ganglienzellen die Muskelfasern des unwillkürlichen Bewegungssystemes verbinden. Wie wir schon früher dargethan werden hiedurch die Muskelfasern in den neurotonischen, einen dem Krampf nahe kommenden Zustand versetzt.

Dieser neuro- oder Nervenelectro-tonische, krampfartige Zustand der Muskelfasern des unwillkürlichen von sympathischen Ner-

ven abhängigen Bewegungssystemes ist es, was die krankhafte Anlage, die Disposition zu einer epidemischen Krankheit, und füge ich einstweilen hinzu von sogenannten asthenischen Character ausmacht. Sowie eine mit Elektricität geladene Metallkugel, d. i. eine in Molecularvibration befindliche Metallmaße, wenn man ihr einen anziehenden Gegenstand, einen Metallstiften z. B. in die Nähe bringt, sich entladet, ähnlicher Weise werden auch die in neurotonischem, krampfhaften Zustand verharrenden Muskelfasern des unwillkürlichen Bewegungssystemes aus ihrer passiven Spannung in active Contraktionen versetzt, sobald in irgend einem Theile des Körpers eine Anziehung stattfindet. Eine solche Anziehung gewährt die Zusammenziehung der organischen Zellen, insbesondere der selbstständigen der äußern und der Schleimhaut. Eine Anziehung ohne Zusammenziehung der Zellen, haben wir oben erwähnt, findet statt, wenn durch die Wirkung der trocknenden atmosphärischen Luft die vorher ausgedehnten und nicht mehr in höherem Grade ausdehnbaren selbstständigen Hautzellen in Spannung versetzt werden. Diese äußere Anziehung bewirkt einen negativen Nervenstrom von den Ganglienzellen zur Haut, wodurch die neurotonische Spannung der Muskelfasern in active Contraction dieser verwandelt wird. In hohem Grade derselben tritt krampfartige Zusammenziehung und endlich Lähmung der Gefäßmuskeln, und der Schleimhautmuskelfasern, in Ganzem nämlich derjenige Zustand ein, den wir in dem paralytischem Stadium der epidemischen Cholera, bei manchen Wechselfiebern und in seltenen Fällen bei Darmbrucheinklemmungen beobachten. In geringerem Grade des krampfartigen Zustandes der unwillkürlichen Muskelfasern entsteht in unserm Leib derjenige Zustand, den wir Fieber zu nennen gewohnt sind. Das Fieber, dessen Hauptsymptome der beschleunigte Puls ausmacht, ist mit den Pendelschwingungen*) zu vergleichen, deren Anschlag von der äußern Anziehungskraft, deren Rückschlag von der innern Zusammenziehungskraft der Ganglienervenzellen verursacht wird. Der (zur Krankheit disponirende) vorher herrschende positive Nervenstrom hat die Nervenzellen contrahirt und die Muskelfasern in tonischen Zustand versetzt, — der nachher durch die äußere Anziehung erzeugte negative Nervenstrom reizet die Ganglienzellen zur Ausdehnung und bringt durch den von diesen ausgehenden positiven Nervenstrom die

*) S. Anfangsgr. d. Physik. p. 65 — 72.

Muskelfasern in Erschlaffung. So schwanken die Ganglienzellen zwischen Zusammenziehung und Ausdehnung, die unwillkürlichen Muskelfasern zwischen Contraktion und Erschlaffung, wie ein Pendel schwankt zwischen der Fallkraft seines Schwerkörpers und der Hängestütze seiner Schnur. Kommen sich beide Kräfte ins Gleichgewicht, so hören wie die Schwingungen des Pendels die Arterienfasernschwingungen auf. Je länger die Anziehung auf der Hautoberfläche andauert, desto länger dauert auch das Fieber an.

Die Anziehung und somit der Anziehungsheerd, zu welchem der von den Ganglienzellen geleitete Nervenstrom geht, kann an verschiedenen Stellen des Körpers statt finden, in den Fällen der epidemischen Krankheiten asthenischen Charakters entweder in den selbstständigen Zellen der äußern Haut, oder in jenen der Schleimhäute, insbesondere der Respirations- und der Verdauungsorgane.

Unter die einfachsten epidemischen Krankheiten zähle ich die Influenza, den epidemischen asthenischen Cartarrh. Sie hat die größte Verbreitung, findet zu gleicher Zeit an den verschiedenen Länderstrichen von der größten Flächenausdehnung statt. Sie setzt auch als disponirende Ursache die größte andauernde Trockenheit der Luft voraus, und wird, sey es im Sommer oder Winter, nur durch sie allein hervorgebracht. Während der neurotonische Zustand der unwillkürlichen Muskelfasern ihre erste Einwirkung auf den menschlichen Organismus abgibt, besteht ihre zweite, die Krankheit zum Ausbruch bringende, Einwirkung in der schnellen Abdunstung des Wassers des menschlichen Leibes auf der Schleimhaut der Respirationsorgane. Denn diese letztere scheidet ja bekanntlich unter allen Oberflächen des Leibes das meiste Wasser und zwar in Dunstform aus. Die schnelle Wasserabdunstung verursacht aber eine Verkältung, d. i. eine Contraktion der Epithelialzellen der Respirationsschleimhaut. Diese Epithelialzellenzusammenziehung bringt das Fieber hervor, und endet mit Absterben der Epithelialzellen selbst. Während die Influenza bei ihrer großartigen Ausbreitung oft von der Ausdehnung einer ganzen Erdhälfte keinen Ort verschont, die Bewohner von Bergen und Thälern, von Städten, Dörfern oder Einöden, von reinlichen oder schmutzigen Wohnungen ergreift, finden sich bei den andern epidemischen Krankheiten z. B. dem Typhus oder der Cholera manche Orte von diesen letztern mehr, andere weniger, manche sehr, andere gar nicht ergriffen.

Dieses ausnahmsweise Verhältniß allein schon deutet darauf

hin, daß zur Hervorbringung dieser Krankheiten lokale Ursachen nöthig sind, die an dem einen Ort stattfinden, an anderen wieder nicht. Ich habe Eingangs erwähnt, daß andauernde Trockenheit der Luft die Entwicklung von Gasen aus Verwesungsstoffen befördert. Diese sind auch als die Cholera und Typhus hervorbringende Potenzen anzuklagen. Daß die Ausdünstung dieser Gase epidemische und endemische, allgemein verbreitete und sogar nur auf einzelne Wohnungen und Orte beschränkte hervorruft, ist eine alte Erfahrung, die Erfahrung der früheren Aerzte, unserer Voreltern, sie ist in neuester Zeit wieder von den Aerzten, an der Spitze von unserm in der guten Sache nimmer ermüdenden Pettenkofer auf das überzeugendste nachgewiesen worden. Aber welches ist die Art und Weise wie sie auf den menschlichen Organismus einwirken können und einwirken? darüber sind die Ansichten noch getheilt, und ich darf hinzufügen, noch im Unklaren. Um auf unsern Leib eine Wirkung hervorzubringen bieten sich den Verwesungsgasen dreierlei Wege auf der innern und äußern Oberfläche des Organismus dar. Entweder müssen die Gase durch das Respirationsorgan in das Blut gelangen, oder sie müssen an und für sich oder vermischt mit den Speisen und Getränken verschluckt werden, um hier auf die Schleimhaut des Darmes zu wirken, oder erst von dem Verdauungskanal aus in das Blut aufgenommen zu werden, — oder endlich drittens sie müßten unmittelbar auf die ihnen offenstehenden Hautoberflächen selbst wirken. Weder die Erklärung auf erstem noch auf zweitem Wege kann befriedigen. Das allzuofte Vorkommniß, daß physikalische Einwirkungen auf die äußere Haut, z. B. Verkältung krankhafte Zustände innerer Organe, insbesondere der Darmschleimhaut hervorrufen, macht es mir auch wahrscheinlich, daß die Verwesungsgase dadurch Krankheiten erzeugen können, daß sie auf die äußere Haut oder auf denjenigen Theil der Schleimhaut, welcher zu Tage liegt oder mit dem sie bei dem Ein- und Ausathmen der Luft in Berührung kommen eine abnorme, eine schädliche Einwirkung ausüben. Dichtere Maßen von Verwesungsgasen wirken auf unsern Geruchsinn und den Geschmack, — auf den Geruch, indem die Gasmoleküle in ihrem Ausdehnungsakte mit den Endzellen der Geruchsnerven in Berührung gekommen diese in Contraktion versetzen; auf den Geschmack, indem sie sich zuerst mit dem Mundspeichel vermischen. Aber während des Geschmackes oder noch vor dem Moment des Schmeckens empfindet der Mensch dasjenige Gefühl

im Rachen, welches man Eckel nennt und dem Reiz zum Erbrechen angrenzet. Ein solches Eckelgefühl hat man, wenn man Abtrittsluft oder den stinkenden Athem Anderer einathmet. Letzterer hat sein Entstehen in der Mehrheit der Fälle dem Mangel an zur Verdauung nöthigen Magensafte und der durch diesen Mangel herbeigeführten selbstständigen, natürlichen Verwesung der Speisereste im Magen zu verdanken. Es ist möglich, daß auf solchen Eckel ein Erbrechen folget, aber nicht wohl wahrscheinlich ist es, daß die Verwesungsgase, welche zur Zeit von Epidemieen aus dem Boden und Wohnungen sich entwickeln, auf diesem Wege epidemische Krankheiten der Verdauungsorgane erzeugen, weil die Menge der Verwesungsgase, welche in gedrängtem Raume von uns in den Mund gebracht Eckel erregen, viel größer ist, als die Menge derselben, welche z. B. in unsern Wohnzimmern der athmosphärischen Luft beigemengt sind. Wahrscheinlicher ist es mir, daß die Verwesungsgase auf die äußere Haut, die ihnen zur Berührung offen stehet, eine Wirkung haben und dadurch den Typhus- und Choleraprozeß auf dem Darmkanal hervorrufen, sowie z. B. eine einfache Verkältung der Füsse Kolik, Diarrhöe oder eine Halsentzündung verursachen kann. Meine Vorstellung von der Art der Einwirkung der Verwesungsgase auf unsern Leib ist folgende: Wenn nach vorhergegangener zur Verwesung nothwendiger, durch den hohen Stand des Grundwassers oder durch reichlich gefallenen Regen geschehener Befeuchtung der angehäuften organischen Reste, seien diese in, auf oder über dem Boden, eine anhaltende Trockenheit der Luft eintritt, so werden die Verwesungsgase so lange die Sonne ihre contrahirende Wirkung auf die Luftmoleküle ausübet, aus dem Boden wie der Wasserdunst in die leer und größer werdenden Intermolekularräume der Luft gezogen, — bei Tage steigen die bösen Dünste auf. Sowie der Thau unmittelbar nach Sonnenuntergang oder im Schatten am Abend auf die Blätter der Bäume und die Halme der Gräser fällt und an sie sich anhängt, ebenso sind auch die durch den Sonnenschein aus der Erde gelockten im Emporsteigen in die Lufthöhen begriffenen Verwesungsgase durch die abendliche Wiederausdehnung der Luftmoleküle und die Verengerung der Intermolekularräume genöthiget, sich zusammenzuziehen und wieder zu Boden zu sinken. Auf diesem Rückwege berühren sie wie der Thau die blosliegende Hautoberfläche der Menschen, adhäriren sich an diese an, und werden, wenn der Mensch sich dem Schlafe hingibt und sein Lager durch die Körperwärme erwärmt durch diese zur

Ausdehnung gebracht. Diese Ausdehnung der Gase verursacht eine erhöhtere Zusammenziehung der selbstständigen Hautzellen, als diejenige ist, in welche sie nach der Ausdehnung durch die Trockne des Tages von selbst zurückgegangen sind, diese erhöhte Hautzellencontraktion verursacht (wie bei der Influenza die durch Wasserverdunstung hervorgebrachte Schleimhautzellencontraktion) einen negativen Nervenstrom zu den Ganglienzellen, und erweckt wie bei der Influenza die Fieberbewegung, oder in einem hohen Grade der Prädisposition des Körpers und der nächtlichen Gaseinwirkung auf die Hautzellen den an Lähmung grenzenden asphyktischen Zustand, — oder in einem niederen Grade der Prädisposition und der nächtlichen Gaseinwirkung die Zunahme der Schwäche der bald in tonischen bald in Erschlaffungs-Zustand versetzten unwillkürlichen Muskelfasern. Dieser letztere Zustand ist der häufigere. Bei einem solchen ist die Verdauungskraft des Darmkanales eine verhältnißmäßig sehr geringe. Der Genuß von zu viel oder qualitativ schwer verdaulichen Speisen wirkt durch mechanischen Druck auf die Darmschleimhaut. Speisen, welche durch die geschwächte Verdauungskraft nicht völlig verdauet wurden, wirken durch ihren Zersetzungsproceß, und gährende Stoffe, wie Gurken, Obst und Pilze wirken durch ihren im Magen und Darmkanal hervorgerufenen Gährungsproceß reizend d. i. contrahirend auf die Epithelialzellen der Schleimhaut schädlich ein. Noch ehe der von der Schleimhautzellenzusammenziehung negative Nervenstrom wie bei dem epidemischen Cartarrh Fieber hervorruft, sterben die Schleimhautepithelien des Darmrohres ab, und verursachen hiedurch das Aussickern des Blutserums aus den Darmzellenvenen, (durch welche wie früher erwähnt die Aufsaugung von Wasser und Salzen geschieht), — sie veranlaßen die seröse, die Choleradiarrhöe, die Cholerine. Leisten hingegen die Darmschleimhautepithelialzellen größern Widerstand, sterben sie nicht so schnell ab, so wird mittels der durch ihre Zusammenziehung erregte negative Nervenströmung ein Fieber herbeigeführt, welches einen asthenischen Charakter hat, und von den Aerzten mit dem Namen Typhus belegt wurde, von dem das Schleimfieber, das Nervenfieber und das Faulfieber nur verschiedene Intensitätsgrade bezeichnen, welche alle drei, — und zu ihnen gehöret auch das dem südlichen Orient eigene Pest-, und das dem südlichen Occident eigene gelbe Fieber, — aus ein und derselben Grundursache, aus ein und derselben durch anhaltende Trockenheit der Atmosphäre erzeugten epidemischen krankhaften Dis-

position stammen, ein und dieselbe causa remota haben. Wir wiederholen: Trockenheit der Luft prädisponirt zu Cholera und Typhus, — das Adhäriren an die Haut und Wiederverflüchtigen der Gase von verwesenden Stoffen auf derselben disponirt zu diesen Krankheiten und ein Diätfehler, wie irgend eine andere Störung im Lebensprocesse bildet und kann bilden die Gelegenheitsursache zum Ausbruch derselben. Im Süden wohnende Völker wissen sehr gut, wie gesundheitsnachtheilig es ist, mit unbedeckter Haut im Freien während der Thauzeit zu weilen, besonders an Orten, in deren Nähe vegetabilische oder animalische Reste verwesen. Während er im Sommer des Morgens arbeitet, geht der Südländer zu Mittag schlafen und verläßt das Haus erst, nachdem die Sonne längst untergegangen; die Nacht ist im Sommer seine Erholungszeit. Die Malaria herrscht zu Sommerszeit in den südlichen Städten gerade an den scheinbar günstigst gelegenen Straßen, nemlich deren Häuser gegen die Mittagssonne gebaut sind; und obwohl es ein alt italienisches Sprüchwort ist: „Dove non entra il sole, entra il medico", so muß man an die Güte der Lage der zur Sonne hingebauten Häuser die Bedingung knüpfen, daß sie reinlich sein müssen und ihre Umgebung frei von allem animalischen und vegetabilischen Unrath, — sie dürfen nicht sein il santo alla porta, il porco in caca. Der jetzige Italiener meidet zur Winterszeit an der Sonnenseite der Straße zu gehen — nur Fremde sieht man dort wandeln. — Der alte Römer hat Bäder geliebt, aber auch darnach sich mit Oele zu salben, — der jetzige Italiener scheuet die Bäder. Auffallend ist, daß bei mehreren Epidemieen nicht die schmutzigen Quartiere, aber die schmutzigen Bewohner von der Krankheit befreit blieben, — auch war dieses bei der jüdischen Bevölkerung der Fall. Ich schreibe diese Gunst vom Schicksal dem Bedecktseyn der Haut mit schon andern Stoffen zu, was die Menschen vor der Schädlichkeit der Adhäsion von Verwesungsgasen an ihrer Haut ebenso schützt, als eine derbe Beschaffenheit und Abhärtung dieser selbst gegen äußere Einflüsse. Nach Sonnenuntergang seinen Leib zu waschen und zu salben, möchte das beste Präservativ gegen epidemische Cholera und Typhus sein. Mäßigkeit im Genuß hält den Ausbruch derselben ab.

Der Adhäsion an die Haut von Verwesungsgasen mehr aus vegetabilischen Stoffen als aus animalischen ist auch die Entstehung der kalten Fieber zuzuschreiben, welche an Orten mit stehenden also

die Pflanzenfäulniß begünstigenden Wässern und Sümpfen bekanntlich zur Sommerszeit endemisch herrschen. Es würde mich zu weit führen und den Leser ermüden, wollt' ich hier noch von den epidemischen Exanthemen sprechen, — nur einer historischen Thatsache möchte ich Erwähnung thun, um zu beweisen, wie sehr eine gewisse Empfindlichkeit der Haut die disponirenden und krankmachenden Einflüsse der Atmosphäre, vorzugsweise die schädliche Einwirkung auf den Organismus, erleichtert. Zur Zeit, als der englische Schweiß, eine Art Frieselfieber, in England herrschte und ähnliche Krankheiten auf dem Continente epidemisch auftraten, erkrankten insbesondere geborne Engländer auf dem Continente an dem Schweißfieber, obwohl sie weder kurze Zeit vor dem Ausbruch noch während des Verlaufes der Epidemie in ihrem Vaterland gewesen. Der Krankheit wurde daher der englische Nationalnamen gegeben.

Ich kann mich nicht der Ansicht hingeben, daß Epidemieen durch Einschleppung, durch Contagion entstehen. Sowie die Ausdünstung der Haut von Fieberkranken abgelagert auf der Haut von Gesunden, aber denselben prädisponirenden und disponirenden atmosphärischen Einflüssen ausgesetzten, wie die Kranken vor ihrer Erkrankung, — in jenen dieselbe Krankheit entstehen macht, als in diesen, — ebenso verursacht auch die Ablagerung von Gasen, welche aus der in Fäulniß übergegangenen Flüssigkeit der Cholerastühle in den Bewohnern solcher Häuser, wo solche deponirt wurden, die Cholera und Cholerine, weil diese Leute ebenso zu diesen Krankheiten vorher disponirt waren, als jene, welche die seröse Darmabsonderung deponirten. Wenn auch die Gase der verwesenden Stuhlentleerungen von Cholerakranken, als einer am leichtesten in Fäulniß übergehenden aus Blutserum hauptsächlich bestehenden Flüssigkeit vielleicht am intensivesten bei ihrer Adhäsion an die menschliche Haut wirken mögen, so hat doch der erste an der Cholera Erkrankte sicherlich, und von den nachher daran Erkrankten der größte Theil den Ursprung seiner Erkrankung seiner immer zu jeder Erklärungsart anzunehmen nöthig gewordenen Disposition und den Verwesungsgasen aus anderen thierischen und vegetabilischen Abfällen zu verdanken. Ueberdieß kann der Ausspruch: die Cholera verbreitet sich durch Ansteckung nicht verfehlen, bei den nächsten entstehenden Choleraepidemieen die Furcht und Flucht vor und aus mit Cholerakranken begabten Städten zu vermehren, während die Flüchtlinge die Disposition dazu doch schon in sich haben, und

nicht selten an den Zufluchtsorten derselben Krankheit erliegen. Wer flüchten will, sehe zu, daß der erwählte Zufluchtsort reinlich und frei ist von der Möglichkeit der Entwicklung von Verwesungsgasen.

Noch schulde ich von dem epidemischen Einfluß zu sprechen, den eine anhaltend feuchte Luft auf den menschlichen Organismus hat. Feuchte Luft, besonders in Verbindung mit Kälte und starkem Luftdruck bewirkt eine Zusammenziehung der selbstständigen Hautzellen und hat einen positiv elektrischen Einfluß auf den Leib. Die Zusammenziehung der Epithelialzellen der äußern Haut sowohl als der Mund- und Luftröhrenschleimhaut erregt in den sympathischen Nerven eine von den Ganglienzellen zu den Epithelialzellen gehende negative Strömung, wodurch die Ganglienzellen in Ausdehnung versetzt werden. Diese Ganglienzellenausdehnung verursacht anderseits eine positive Nervenströmung zu den unwillkürlichen Muskelfasern. Diese kommen hiedurch in Erschlaffung. Die mehr oder minder große Erschlaffung der Arterienmuskelfasern verlangsamt die Blutströmung und verleiht den Arterien ein größeres Lumen. Weitere Arterienöffnungen lassen ein massenhafteres Fließen von Blut in die intercellularen Capillarräume zu und verursachen Stockung von Blut in denselben. In den Intercellularräumen angehäuftes oder langsam fortbewegtes Blut geht leichter eine Selbstzersetzung ein und verwandelt sich statt in Nahrungsstoff in eine eigene Bildungsmasse, in das plastische Exsudat, und endlich in Eiter oder sonstige sogenannte Neubildungen um. Die Entstehung und die Gegenwart angehäuften Blutes oder plastischen Exsudates übt auf die es umgebenden organischen Zellen einen Druck aus, dieser Druck verursacht eine positive Nervenströmung zu den Ganglienzellen, diese vorher durch die feuchte Atmosphäre mittelbar erweitert, werden zur Zusammenziehung gezwungen, und es tritt also wieder derselbe Kampf zwischen der die Ganglienzellen ausdehnenden und einer die Ganglienzellen contrahirenden Kraft ein, ein Schwanken hiernach der unwillkührlichen Muskelfasern zwischen Erschlaffung und Zusammenziehung, und der vermehrte Wechsel zwischen Arterien-Ausdehnung und Contraction, — der Fieberzustand nämlich, wie bei den epidemischen Krankheiten asthenischen Charakters. Feuchte Luft, so resumiren wir, gibt die Disposition zu den epidemischen Krankheiten von sthenischen Charakter, zu den sogenannten Entzündungskrankheiten.

Leitung.

Leiten hat in der Physik eine doppelte Bedeutung. Leiten heißt entweder: einer Bewegung die Richtung geben, — oder die Bewegung, die bewegende Kraft selbst fortleiten d. i. fortpflanzen. Leitungsröhren z. B. geben dem Wasser oder dem Gas die Richtung der Bewegung, in welche sie ein Druck versetzt, — und Eisenschienen bezeichnen der Locomotive und dem Anhängsel die Bahn, welche sie zu durchlaufen haben. In ersterm Sinne ist die Leitung von bewegten Massen zu verstehen. Anders verhält es sich mit in Bewegung gesetzten Massentheilchen, Moleculen, Atomen, welche die erlittene Bewegung durch ihre eigene Locomotion selbst fortleiten d. i. fortpflanzen. Licht und Wärme, elektrische Kraft und Schwere werden durch die Molecule selbst fortgepflanzt. Durch die Adern wird das Blut geleitet, welches durch die Herzcontractionen in Bewegung gesetzt wird, — die Willens-, Empfindungs- und vegetative Lebensthätigkeit aber wird durch die Atome des Inhaltes der Nervenfibrillen fortgepflanzt. Wenn von einer Anzahl nebeneinander je an einer Schnur hängenden Billardkugeln die erste angestossen wird, so bemerkt man an den zwischen deren ersten und der letzten z. B. zwölften befindlichen Kugeln keine Bewegung, sondern erst die letzte, hier die zwölfte, wird von der eilften hinweggeschleudert. Hier haben die Molecule der zwischen liegenden zehn Kugeln die Bewegung von der ersten zur zwölften fortgeleitet.

Die Molecule nicht aller Körpermassen haben die Fähigkeit gleich schnell eine Bewegung fortzuleiten, — und auch nicht dieselben Massentheilchen haben die Eigenschaft jede Art von Bewegung gleich gut fortzupflanzen. Licht z. B. wird durch Luft, Wasser und Glas gut geleitet, — Wärme hingegen durch dieselben schwer. Hingegen pflanzen Metalle die Wärme gut, das Licht nicht gut oder nicht fort. Während der Anziehungskraft der Erde die schwereren festen Körper leicht und vorerst, folgen ihr die flüssigen in zweiter Reihe und weniger und am wenigsten die gasförmigen Körper.

Die Schnelligkeit der Leitung hängt von der Kleinheit der Massentheilchen ab.*) Je kleiner die Molecule sind, desto schneller, je größeren Raum die Molecule einnehmen, desto langsamer pflanzen

*) S. Anfangsgr. d. Physik p. 10—13.

sie eine Bewegung fort. Ein elektrischer Strom wird schneller fortgeleitet durch Metalle, als durch Wasser. Licht, welches durch Atome von größern Volumen in Luft, Wasser und Glas fortgepflanzt wird, hat eine Schnelligkeit von 40,000 deutschen Meilen in der Sekunde, — und ein elektrischer Strom, welcher durch einen Metalldraht fortgeleitet wird, hat eine Schnelligkeit von 60,000 deutschen Meilen in der Sekunde. Ein kleineres Molecule hat nämlich zu seiner Bewegung, wir wollen sagen Schwingung, einen kleinen Raum zu durchgehen, als ein größeres Molecule, — und jenes bleibt seinem ganzen Durchmesser nach näher an der bewegenden Kraft, als ein Molecule von größerem Durchmesser. Je näher aber der Kraft, desto intensiver auch die Wirkung.

Ein Atom, welches aber von der Stelle bewegt wird, hat die Bewegungskraft selbst erhalten, um ein Nachbaratom in dieselbe Bewegung zu versetzen.

Die Eigenschaft, die eine oder die andere Art Bewegung fortzuleiten, hängt von der größeren oder geringeren Zusammenziehungs- und Ausdehnungsfähigkeit der Molecule ab.*) Ein Stoß wird durch solche Molecule besser fortgeleitet, welche sich leichter ausdehnen als zusammenziehen, — und Zug wird leichter von solchen Moleculen fortgepflanzt, welche sich leichter zusammenziehen, als sich ausdehnen. Metallatome ziehen sich leichter zusammen und dehnen sich schwerer aus, und Luftatome dehnen sich leichter aus und ziehen sich schwerer zusammen. Ein Stoß hat nun eine raumbeschränkende Kraft; — wenn daher leichter ausdehnbare Molecule einen Stoß erleiden, so pflanzen sie, weil sie sich nicht leicht zusammenziehen, wie es die Raumbeschränkung durch den Stoß erheischen würde, den Stoß schneller fort, indem sie von ihrer Stelle weichen. So ist es mit dem Stoß, den ein leuchtender Körper ausübt, bei Luft, Wasser und Krystallatomen der Fall. Metallatome aber ziehen sich leichter zusammen, wie es die Raumbeschränkung erfordert, und pflanzen das Licht schwerer fort. Wärme aber, deren Quelle in der Zusammenziehung verbrennender Stoffe beruhet, wird durch Metalle besser geleitet als durch Luft, Wasser oder Glas. Die Metallatome dehnen sich schwerer aus und bewegen sich eher von der Stelle, als daß sie sich ausdehnen, wozu sie die raumfreigebende Kraft eines erwärmenden Körpers einladet. Luft-, Wasser- und

---

*) S. Anfangsgr. d. Physik p. 4—6.

Glasatome aber folgen eher der Einladung der sich zusammenziehenden erwärmenden Körper, als daß sie von der Stelle sich bewegen, und dehnen sich aus, lassen sich selbst eher erwärmen, als daß sie die Wärme weiter leiten. Die Schwere besteht in der Anziehung des Erdmittelpunktes. Auf Molecule, welche sich leichter ausdehnen, hat sie die Wirkung, daß sie sich ausdehnen, erwärmen; auf Molecule aber, die sich schwer ausdehnen und leichter zusammenziehen, hat sie die Wirkung, daß sie von ihrer Stelle hinweg zu ihr hingezogen werden, daß sie auf die Erde fallen. Körper, welche z. B. durch Reibung in den Zustand gebracht werden, daß sie positive Elektricität entwickeln, z. B. Glas oder Harz leiten die Elektricität nicht oder schlecht, während Metalle dieselbe leichter fortleiten, als daß sie selbst elektrisch werden, daß sie sich ausdehnen und dadurch einen Stoß ausüben.

Aber nicht blos die erhaltene Bewegung pflanzen die Massentheilchen je nach ihrer Beschaffenheit weiter fort, sondern auch können sie die Richtung der erhaltenen Bewegung leiten, diese in der erhaltenen Weise fortflanzen, oder auch sie abändern, modificiren. So wird das Licht anders von seiner Richtung abgelenkt durch die Luft, anders durch Wasser, anders durch Krystalle.*) Die Ablenkung des Lichtes von seiner ursprünglichen Richtung wird bewirkt durch eine andere in dem lichtbrechenden Körper thätige Kraft, durch dessen Cohäsionskraft nämlich. Je stärkere Cohäsionskraft ein diaphaner Körper besitzt, desto stärker bricht er das Licht, desto mehr lenkt er die Lichtstrahlen von ihrer ursprünglichen Bahn ab. Ein Magnetstab hat an den Stellen die größte Anziehungskraft für Eisenfeilspäne, in denen die Richtung der Anziehung mit der Richtung der Zusammenhangskraft zusammenfällt, — und an jenen Stellen die geringste Anziehungskraft, in denen die Richtung der Zusammenhangskraft in einem rechten Winkel sich schneidet.**) Die Zusammenhangskraft begünstiget die elektrische Vibration der Leiter, wenn die Richtung dieser beiden Kräfte ein und dieselbe oder beinahe dieselbe ist; — jene verzögert die letztere, wenn beider Kräfte Richtungen unter einem stumpfen Winkel, und jene hebt die letztere auf, wenn beider Kräfte Richtungen unter einem rechten Winkel sich kreuzen. Die Anziehungskraft eines Magnetes wird erhöhet

---

*) S. Anfangsgr. d. Physik p. 120—136.

**) S. Anfangsgr. der Physik p. 231.

durch die Verstärkung seiner Cohäsionskraft, z. B. wird die sonst vorübergehende magnetische Kraft eines in den magnetischen Meridian einige Zeit lang gestellten Eisenstabes durch Schlagen mittels eines Hammers fixirt. Je härter ein Stahl ist, desto schwerer ist er künstlich zu magnetisiren, in desto höherem Grade besitzt er dann aber auch die Eigenschaft, den ihm einmal ertheilten Magnetismus beizubehalten. Hingegen verliert ein Magnet zum Theil oder gänzlich seine magnetische Kraft, wenn er bis zu einem gewissen Grade erwärmt wird, d. i. wenn seine Molecule in erhöhtem Ausdehnungs-Zustande versetzt werden. Sowohl ein natürlicher als ein künstlicher Magnet verliert seinen Magnetismus gänzlich, wenn sie bis zum Weißglühen erhitzt werden. Hingegen begünstiget und verstärkt die vermehrte Ausdehnung der Luftmolecule unter einer Luftpumpe die Vibration der Luftmolecule durch einen elektrischen Strom, d. i. das elektrische Leuchten der Luft.

München im März 1858.

Druck von Dr. C. Wolf & Sohn in München.